Prof. dr. ing. **DARIE PARASCAN** • Conf. dr. biol. **MARIUS DANCIU**
Membru al Academiei de Științe Agricole și Silvice

BOTANICĂ FORESTIERĂ

EDITURA CERES
București, 1996

PREFAȚĂ

Fundamentarea științifică a gospodăririi pădurilor, a celor mai complexe dintre ecosisteme, impune o amplă informare asupra particularităților de structură la arbori, principalii producători de biomasă, pentru buna înțelegere a specificului proceselor lor fiziologice. În organizarea și funcționarea ecosistemelor forestiere, pe lângă arbori, participă un număr important de componenți vegetali autotrofi și heterotrofi, a căror cunoaștere este de asemenea necesară.

Lucrarea are menirea să contribuie la înțelegerea fenomenelor biologice din pădure în întreaga lor complexitate. Se prezintă date referitoare la morfologia și anatomia organelor vegetative și a celor de reproducere ale arborilor din diferite unități sistematice. În partea de taxonomie s-a acordat o mai mare importanță acelor unități ce cuprind specii de pădure, pentru care s-au menționat frecvent mediile cenotice și unele caracteristici ecologice.

Toate aspectele structurale (la nivel celular, de țesuturi și de organe) au fost prezentate în lumina datelor oferite de cercetări recente în domeniu și sub raportul condiționării lor funcționale, ca adaptări câștigate în decursul evoluției. Deși în centrul descrierilor sub raportul structurii se află speciile lemnoase, s-au făcut referiri și la reprezentanții ierboși, subarbustivi și plante inferioare (talofite), în scopul creării unei baze informative necesare înțelegerii relațiilor complexe dintre diferitele componente ale ecosistemelor de pădure. În taxonomie s-a urmat sistemul în acord cu datele noi din domeniu (embriologice, genetice, biochimice ș.a.), în vederea unei prezentări cât mai autentice a căilor urmate de evoluție, de la formele primitive până la cele cu organizare complexă.

Față de lucrările noastre anterioare, prezentul elaborat se distinge atât prin orientarea mai pregnantă spre problematica forestieră, folosindu-se și unele elemente obținute din cercetări proprii, cât și prin sursele moderne de informare utilizate, realizându-se și o restructurare sub raportul prezentării materialului. Ne-am străduit să continuăm și să dezvoltăm buna tradiție în domeniu începută de iluștrii noștri profesori C. C. Georgescu și Iuliu Morariu, care ne-au fost mentori în devenirea noastră.

Elaboratul se adresează silvicultorilor practicieni, cercetătorilor din institute de profil, precum și studenților facultăților de silvicultură, putând constitui o bună bază de informare a tuturor specialiștilor care lucrează în diferite domenii ale biologiei plantelor.

AUTORII

CUPRINS

Partea I

MORFOLOGIA PLANTELOR

Capitolul I

CELULA VEGETALĂ

Celula este unitatea morfofiziologică a vieții. Organismele vii inferioare sunt unicelulare, pe când cele mai evoluate au corpul alcătuit din numeroase celule, fiecare cu existență parțial independentă.

De la apariția sa în urmă cu aproximativ 3,7 miliarde ani, materia vie a evoluat continuu, parcurgând mai multe trepte de organizare. Din primul *organism nucleoproteic* (organismul ancestral) a apărut *organismul unicelular anucleat,* iar apoi din acesta *organismul unicelular nucleat.* O dată cu individualizarea nucleului și a cromozomilor săi, s-au amplificat posibilitățile de evoluție a materiei vii, fapt care a condus la apariția *organismului pluricelular simplu,* comparativ mai dezvoltat sub raport biochimic, morfologic și fiziologic, cu rezistență sporită față de factorii mediului. Prin însușirile sale adaptive superioare, acesta și-a câștigat o mare capacitate evolutivă, dând naștere *organismului pluricelular complex* care reprezintă forma cea mai înaltă de organizare a materiei vii.

Când sunt studiate la nivel celular, chiar și cele mai diferite organisme sunt asemănătoare atât în organizarea lor, cât și sub raport biochimic: orice celulă este înconjurată de o membrană plasmatică ce controlează schimbul de substanțe, are un conținut citoplasmatic cu o diversitate de organite, precum și ADN care stochează informația genetică și o transmite pe baza unui cod care este același la toate organismele. Celula este nivelul de organizare a materiei vii care funcționează ca un sistem deschis de tip biologic, caracterizat prin integralitate, echilibru dinamic și capacitate de autoreglare.

1.1. ORGANIZARE CELULARĂ PROCARIOTĂ ȘI EUCARIOTĂ

Sub raport structural se disting două tipuri de celule: *procariote* (de la gr. *„pro"*=anterior și *„karyon"*=sâmbure, nucleu) și *eucariote* (de la gr. *„eu"*=adevărat, veritabil și *„karyon"*). Celulele procariote sunt proprii

numai bacteriilor și algelor albastre-verzi, iar cele eucariote caracterizează restul plantelor și întreg regnul animal. Deosebirile accentuate dintre ele scot în evidență existența unei mari discontinuități evolutive în lumea vie.

Caracterul distinctiv esențial dintre aceste două tipuri de celule este modul de organizare a materialului genetic. La procariote genomul se află dispus liber în citoplasmă, fără a prezenta un înveliș nuclear; informația genetică este cuprinsă într-o macromoleculă de ADN circulară, dublu catenară (cromozomul bacterian[1]), fără conținut de proteine histonice, ce se constituie într-un *nucleoid*. La eucariote materialul genetic este delimitat de citoplasmă printr-un înveliș nuclear din două membrane elementare; ADN-ul este în cantitate mai mare și se asociază cu proteine histonice, formând cromozomii; în carioplasma nucleului se găsesc unul sau mai mulți nucleoli.

Membrana celulară (plasmalema), de natură lipoproteică, prezintă la procariote permeabilitate numai pentru proteine și molecule mici, enzime și fragmente de ADN. La eucariote plasmalema are o structură ce permite trecerea bidirecționată a unor particule mai mari.

Substanța fundamentală (hialoplasma) la procariote se menține permanent în stare de gel și este lipsită de curenți citoplasmatici, asigurându-se în felul acesta păstrarea structurii nucleoidului lipsit de membrană, în timp ce la eucariote aceasta poate trece reversibil din stare de gel în stare de sol și realizează curenți citoplasmatici care facilitează transportul intracelular și imprimă organitelor o mișcare nespecifică.

La procariote spațiul intern celular nu este compartimentat, deci nu sunt conturate organite pentru realizarea unor funcții specifice; funcțiile celulare sunt îndeplinite de structuri asemănătoare organitelor, realizate de către membrana plasmatică și invaginările sale. La eucariote spațiul celular este compartimentat de un sistem de membrane, fiecare compartiment corespunzând unui anumit organit cu funcții bine definite în metabolismul material și energetic al celulei. În această concepție, *sistemul endomembranic* al celulei eucariote include membrana externă a nucleului, cloroplastului și mitocondriei, membrana reticulului endoplasmic, corpii Golgi, plasmalema, tonoplastul și componenta membranică a unor organite veziculare (lizozomi, microbodii).

Ribozomii din substanța fundamentală sunt în număr mai mare la procariote și au constantă de sedimentare mai mică (70 S), pe când la eucariote sunt de 2-3 ori mai puțini, au o constantă de sedimentare de 80 S și un număr mai mare de proteine și molecule de ARN, deși sunt implicați, în ambele situații, în același fenomen de translație a informației genice nucleare.

Peretele celular al procariotelor este alcătuit din lipopolizaharide, lipoproteine și substanțe specifice (mureina, acidul diaminopimelic și acizii teicoici), iar la plantele eucariote acesta este constituit în principal din celuloză, hemiceluloze, substanțe pectice, lignină și glicoproteine.

[1]) Materialul genetic fiind reprezentat de ADN atât la procariote cât și la eucariote, iar mecanismul funcțional al genelor fiind asemănător, se folosește termenul de cromozom și pentru procariote, cu toate că omologul său de la eucariote este mult deosebit chimic și structural.

Datorită capacității lor scăzute sau nule de interacțiune cu alte celule, procariotele au rămas în exclusivitate plante unicelulare, în timp ce eucariotele, înzestrate cu potențialități multiple, au reușit să se asocieze mai întâi în colonii și apoi să evolueze în organisme pluricelulare.

1.2. CELULA EUCARIOTĂ

Celula vegetală eucariotă este constituită din *protoplast* (de la gr. *„protos"*=cel dintâi și *„plastos"*=modelat, format) (ansamblul componentelor celulare interne) și *perete celular* (Fig. 1.1). La rândul lui protoplastul constă din *protoplasmă* (totalitatea componentelor vii) și *substanțe ergastice* (produșii pasivi ai protoplastului). Protoplasma este alcătuită din *citoplasmă* și *nucleu*. Citoplasma (de la gr. *„cytos"*=cavitate, celulă și *„plasma"*=formațiune, substanță) include *matrixul citoplasmatic*, numit și *substanță fundamentală* sau *hialoplasmă*, împreună cu entitățile structurale distincte (*plastide, mitocondrii, microtubuli, ribozomi* etc.) și sistemele de membrane (*reticul endoplasmic, dictiozomi*) ce sunt suspendate în acesta și pot fi văzute în detaliu cu ajutorul microscopului electronic. De peretele celular, citoplasma este delimitată prin *membrana plasmatică* denumită și *plasmalemă* (de la gr. *„plasma"* și *„lema"*=înveliș, piele) sau *membrană celulară*. Spre deosebire de celula animală, în celula eucariotă vegetală se dezvoltă una sau mai multe cavități (vacuole) pline cu un lichid (*suc vacuolar* sau *suc celular*), mărginite de o membrană plasmatică numită *tonoplast*.

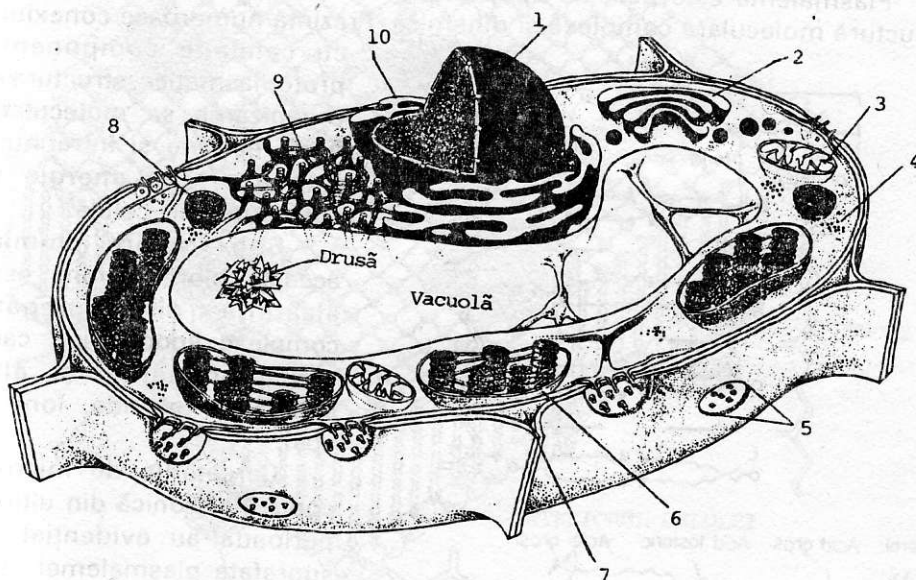


Fig. 1.1 — Reprezentare schematică a structurii celulei eucariote: 1 - nucleu; 2 - dictiozom; 3 - mitocondrie; 4 - polizom; 5 - câmp de punctuațiuni primare; 6 - cloroplast; 7 - spațiu intercelular; 8 - peroxizom; 9 - reticul endoplasmic neted; 10 - reticul endoplasmic granular

Unele celule eucariote pot avea mai mulți nuclei (*celule plurinucleate*). Aici aparțin *sincițiile*, care iau naștere din unirea mai multor celule uninucleate, și *celoblastele*, celule mari cu mai mulți nuclei rezultați din diviziunea unuia singur (plasmodiul mixomicetelor, celula uriașă a algei *Caulerpa*). Privitor la celoblaste, se consideră că fiecare nucleu influențează o anumită zonă protoplasmatică cu care împreună constituie câte o *energidă*. Din acest motiv, celoblastul este numit adesea și polienergidă (gr. *„polis"*=mult, numeros și *„enereia"*=forță).

În raport cu originea și funcția ce o îndeplinesc, celulele prezintă forme diverse: *sferice, ovale, cilindrice, prismatice, fusiforme, tabelare* și *stelate*. După raportul dintre lungimea și lățimea lor, acestea se pot grupa în două categorii mari: *parenchimatice*, cu lungimea și lățimea aproximativ egale (izodiametrice), și *prozenchimatice* sau alungite, cu lungimea de câteva ori mai mare decât lățimea și capete de obicei ascuțite.

Mărimea celulelor eucariote variază în limite foarte largi. În general, celulele sunt vizibile numai la microscop și se înscriu în dimensiuni cuprinse mai adesea între 10 și 100 µm (celulele parenchimatice). Există și celule care pot fi văzute cu ochiul liber, cum sunt celulele suculente din fructul de lămâi sau portocal, care ajung la 1-2 cm lungime. Cele mai lungi dintre celulele prozenchimatice, ca de exemplu fibrele liberiene de tei, pot depăși 10 cm, iar cele de ramie (*Boehmeria nivea*) ajung până la 25-55 cm, în timp ce laticiferele nearticulate pot realiza lungimi de peste 2 m.

1.2.1. PLASMALEMA (MEMBRANA CELULARĂ)

Plasmalema este pelicula lipoproteică de la periferia citoplasmei, cu structură moleculară complexă și dinamică. Prezintă numeroase conexiuni cu celelalte componente protoplasmatice, structura și organizarea sa moleculară fiind realizate și întreținute prin aport de energie și substanțe din celulă.

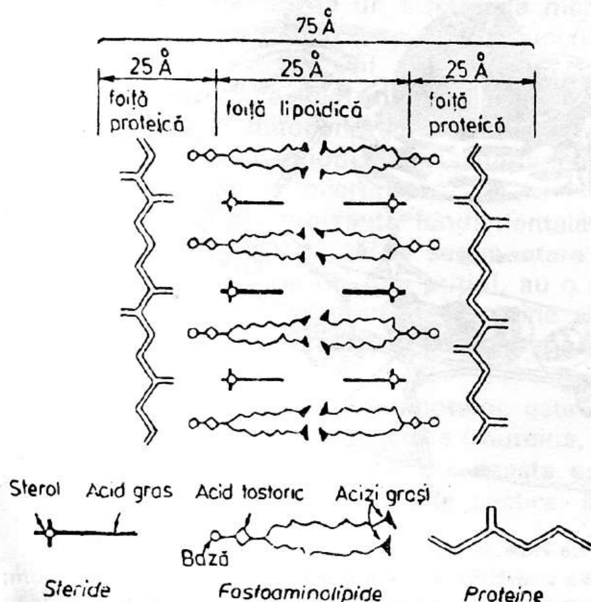


Fig. 1.2 — Modelul membranei unitare

Sub raport chimic, această biomembrană este alcătuită din agregate complexe lipoproteice, care sunt dominante, și alte substanțe (glucide, ioni și apă).

Cercetările de microscopie electronică din ultima perioadă au evidențiat că suprafața plasmalemei este extrem de cutată și că aspectul său morfologic se schimbă permanent.

Structura de bază a plasmalemei este asemănătoare celei întâlnite la endomembrane (membrane ce compartimentează spațiul celular și delimitează diferite organite). Potrivit *modelului membranei unitare* al lui J. D. R o b e r t s o n (1959), toate membranele celulare prezintă (Fig. 1.2) o lamă mediană bimoleculară din fosfoaminolipide cu capetele hidrofobe ale acizilor grași orientate față în față, încadrată de două foițe proteice mai dense față de fluxul electronilor; în ansamblu, se realizează o structură trilamelară.

Modelul structural cel mai acceptat în prezent este cel al *mozaicului fluid* (Fig. 1.3) elaborat de S. J. S i n g e r și G. L. N i c o l s o n (1972). După acești autori, în stratul dublu de molecule fosfoaminolipide se găsesc încastrate unele dintre moleculele proteice denumite *proteine integrate*. Pe partea internă a bistratului se află atașate, la unele dintre proteinele integrate, alte proteine numite *proteine periferice*. Pe fața externă a proteinelor integrate sunt legate scurte lanțuri glucidice care pot forma un înveliș ce se consideră a deține un rol important în sudarea celulelor între ele și în transformările de la suprafața celulei. Proteinele integrate ce străbat bistratul lipidic și proemineazǎ pe ambele fețe ale membranei se numesc *transmembranale,* iar cele care sunt înfipte doar în unul din cele

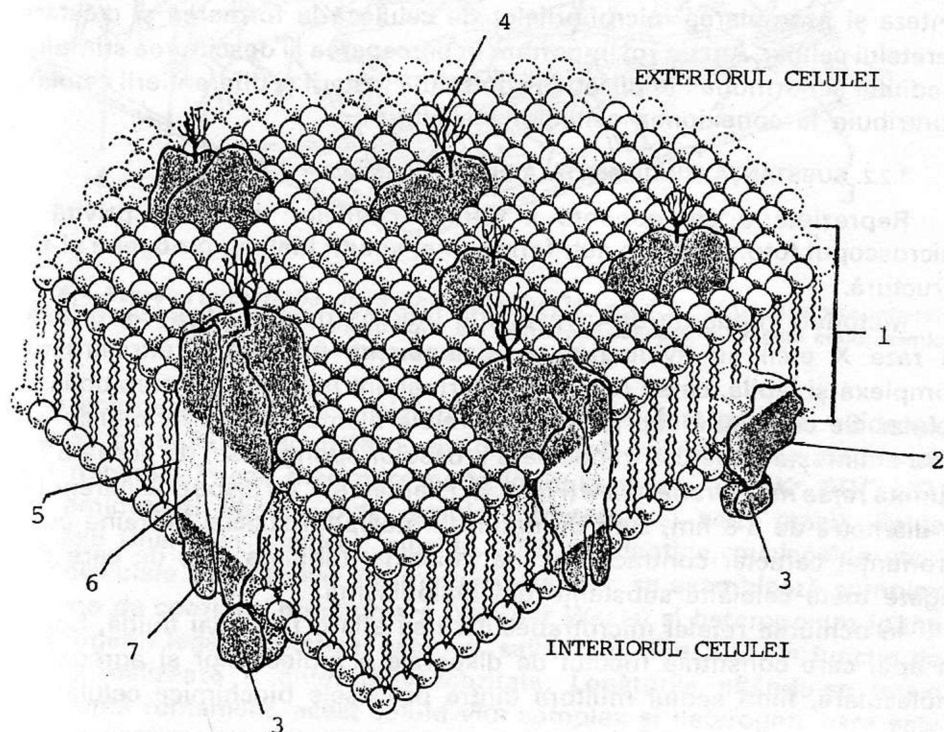


Fig. 1.3 — ***Modelul mozaic-fluid de membrană:*** **1 - bistrat fosfoaminolipidic; 2 - proteine integrate superficiale; 3 - proteine periferice; 4 - lanțuri glucidice; 5 - proteine integrate transmembranale; 6 - zonă hidrofobă; 7 - zonă hidrofilă**

două straturi monomoleculare ale filmului lipidic și au o porțiune expusă numai spre una din fețele membranei se numesc *superficiale.* În ambele cazuri, partea proteică inclusă în bistratul lipidic este hidrofobă și se află în legătură cu acizii grași, iar porțiunile proeminente sunt hidrofile și intră în relație cu grupările polare ale fosfoaminolipidelor și cu unele molecule din mediul extracelular (de exemplu apa). După unele date, ar exista canale hidrofile ce traversează unele proteine integrate.

Tipurile majore de lipide (fosfoaminolipidele și sterolii) diferă sub raportul concentrației lor în cele două straturi ale filmului lipidic, iar proteinele integrate au porțiunile ce proeminează înspre exterior și respectiv spre interior diferite sub raportul compoziției în aminoacizi și al structurii lor terțiare, conferind asimetrie membranei celulare.

Bistratul lipidic este în general foarte fluid, iar unele proteine plutesc liber în acesta, putându-se deplasa lateral, ca și moleculele lipidice înconjurătoare, formându-se modele diverse („mozaicuri") ce diferă în timp și spațiu, ceea ce a sugerat denumirea acestui model structural („fluid mozaic model").

Membrana celulară, ca structură vie, îndeplinește funcțiuni diverse. Mediază transportul substanțelor înspre și dinspre citoplasmă. Coordonează sinteza și asamblarea microfibrilelor de celuloză la formarea și creșterea peretelui celular. Are un rol important în perceperea și descifrarea stimulilor mediului și hormonali implicați în controlul creșterii și diferențierii celulare. Contribuie la conexiunea celulelor în țesuturi.

1.2.2. SUBSTANȚA FUNDAMENTALĂ (HIALOPLASMA)[1]

Reprezintă o componentă a tuturor celulelor vii, care, privită cu microscopul fotonic, apare sub forma unei soluții hialine, omogene și fără structură.

Metodele moderne de investigație (microscopia electronică, difracția în raze X etc.) au evidențiat că hialoplasma prezintă o ultrastructură complexă și labilă, ce se remaniază permanent în raport cu metabolismul celular. Se constituie sub forma unei rețele filamentoase tridimensionale, care amintește structura trabeculară a oaselor spongioase, de aceea a fost numită *rețea microtrabeculară* (Fig. 1.4). Filamentele, cu dispoziție neregulată și diametre de 3-6 nm, sunt de natură proteică, în special proteine cu un pronunțat caracter contractil (actina, miozina, tubulina etc.) de care sunt legate toate celelalte substanțe din hialoplasmă.

În ochiurile rețelei microtrabeculare se află o fază mai fluidă, bogată în apă, care constituie mediul de dispersie a moleculelor și agregatelor moleculare, fiind sediul multora dintre procesele biochimice celulare.

---

[1] De la gr. *„hyalos"*=sticlos și *„plasma"*.

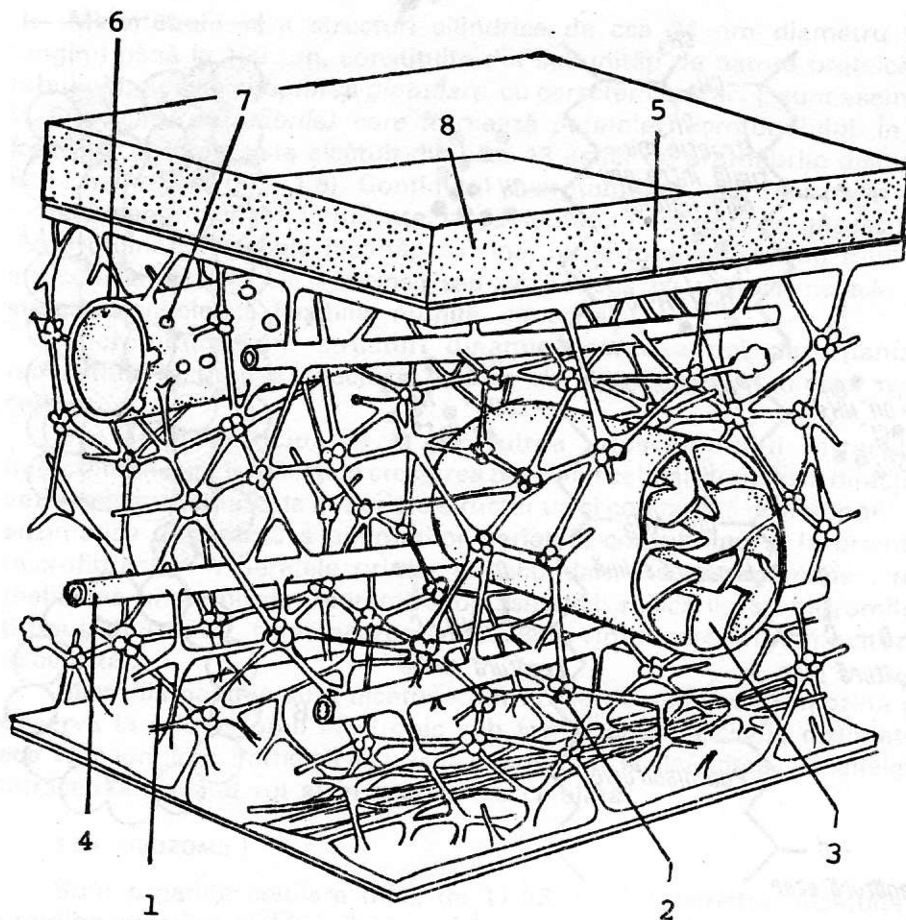


Fig. 1.4 — Rețeaua microtrabeculară a hialoplasmei în celulă: 1 - canal microtrabecular; 2 - polizom; 3 - mitocondrie; 4 - microtubul; 5 - membrană celulară; 6 - reticul endoplasmic; 7 - ribozom; 8 - perete celular

În compoziția chimică a hialoplasmei au mai fost puse în evidență, pe lângă proteine (structurale și enzime) și apă (ca mediu de dispersie), săruri minerale în cea mai mare parte ionizate (Mg^{2+}, Ca^{2+}, K^+, SO_4^{2-}, NO_3^- etc.), aminoacizi liberi, lipide simple (fitosteroli și acizi grași), lipide complexe (mai ales plastice), glucide, ARN, nucleotide, nucleoside etc.

Moleculele constitutive, de mare diversitate, se asamblează complex prin forțe de coeziune homopolare (Van der Waals) și heteropolare (punți de hidrogen), legături eterice, esterice, saline etc. (Fig. 1.5), în funcție de care se realizează o anumită vâscozitate. Legăturile aflându-se într-o permanentă remaniere, acest coloid viu, complex și heterogen, care este hialoplasma, se poate afla fie în stare de *plasmagel* (când legăturile sunt puternice), fie în stare de *plasmasol* (când legăturile slăbesc), stări care sunt reversibile.

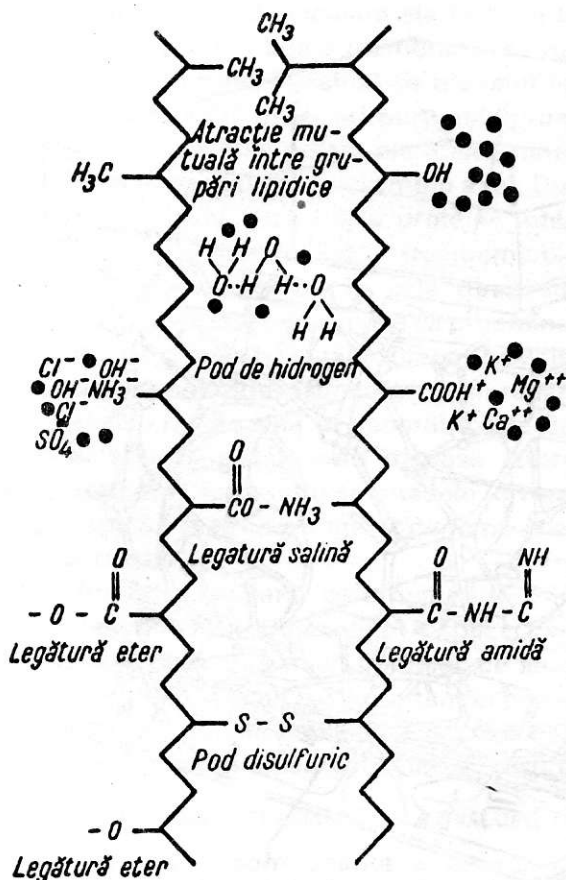


Fig. 1.5 — Schema legăturilor dintre macromoleculele hialoplasmei cu alte macromolecule

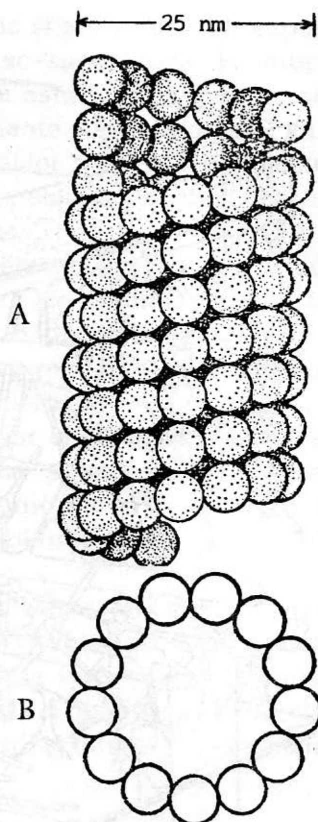


Fig. 1.6 — Organizarea microtubulilor: A - vedere longitudinală a unei porțiuni; B - secțiune transversală

Hialoplasma formează cu organitele celulare un complex structural și funcțional unitar. Astfel, rețeaua microtrabeculară furnizează puncte de susținere pentru organite și, împreună cu elementele fazei fluide, cooperează în realizarea unor lanțuri metabolice.

La nivelul substanței fundamentale se realizează mișcări intracelulare denumite *curenți citoplasmatici,* care favorizează transportul și schimbul intra- și intercelular de materiale.

1.2.3. MICROTUBULII ȘI MICROFILAMENTELE

În toate celulele eucariote au fost identificate structuri tubulare, *microtubulii,* și filamentoase, *microfilamentele,* care sunt implicate atât în inducerea și menținerea formei celulei cât și în diferitele mișcări intracelulare.

Microtubulii sunt structuri cilindrice de cca 24 nm diametru și de lungimi până la 100 µm, constituite din subunități de natură proteică (din tubulină). Aceste *subunități globulare,* cu caracter contractil, sunt asamblate în *filamente (protofibrile)* care formează peretele microtubulului. În mod frecvent, peretele este alcătuit din câte 13 astfel de protofibrile dispuse în helix neintegral (Fig. 1.6). Conținutul microtubulilor este mai puțin dens, din substanțe încă neidentificate, iar la suprafața acestora se găsesc fibrile din proteine contractile (actină, miozină, nu și tubulină) având rolul de a interconexa microtubulii învecinați sau de a-i lega cu microfilamentele într-o structură scheletică flexibilă, numită *citoschelet.*

Microtubulii sunt structuri dinamice care se pot dezorganiza și reconstitui în puncte specifice (*centre de organizare*) în timpul ciclului celular.

Pe lângă participarea la alcătuirea citoscheletului intracelular, microtubulii sunt implicați în creșterea peretelui celular (translocă direcționat veziculele purtătoare de materiale structurale și conexează cu componentele enzimatice de sinteză a polimerilor parietali, contribuind și la orientarea microfibrilelor în peretele primar și secundar). Au, de asemenea, rol în realizarea unor mișcări (curenți citoplasmatici, mișcările cromozomilor în timpul diviziunii, translocarea veziculelor implicate în endocitoză și exocitoză).

Microfilamentele sunt alcătuite din fibrile de actină sau miozină și se observă la microscopul electronic sub forma unor fascicule ordonate de cca 1 µm lungime. Participă alături de microtubuli la alcătuirea citoscheletului intracelular, având rol și în motilitatea celulară.

1.2.4. RIBOZOMII

Sunt organite celulare mici, de 17-23 nm în diametru, alcătuite din proteine specifice și ARN ribozomal în proporție aproape egală, la care se adaugă în cantități mici ioni (Ca^{2+}, Mg^{2+}), ADN-ază, fosfatază etc. Sunt localizați în citoplasmă, nucleu, plastide și mitocondrii. Ribozomii citoplasmatici pot fi la rândul lor dispuși în nodurile rețelei microtrabeculare a hialoplasmei (Fig. 1.4) sau atașați la fața externă a membranei reticulului endoplasmic ori la membrana externă a învelișului nuclear. Adesea se pot aglomera în grămezi fără a fi interconexați sau se pot lega prin filamente fine de ARN mesager, formând polizomi cu durată în general limitată.

Ca structură, ribozomii sunt constituiți din două subunități inegale ca formă și mărime: una mai mică și asimetrică (Fig. 1.7) și alta mai mare, mai mult sau mai puțin sferică, asociate printr-o legătură labilă.

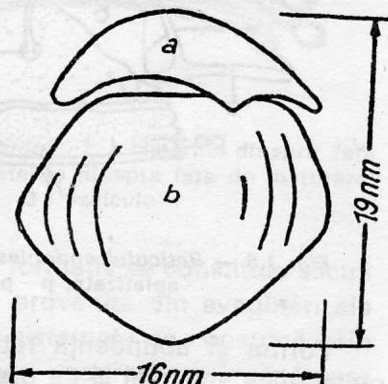


Fig. 1.7 — Organizarea unui ribozom (schemă): a - subunitate mică; b - subunitate mare

Ribozomii procariotelor și cei plastidiali și mitocondriali ai eucariotelor diferă de ribozomii citoplasmatici și nucleari ai eucariotelor prin mărime, ca și prin natura și greutatea moleculară a proteinelor și ARN-ului ribozomal.

La nivelul polizomilor, unități funcționale ce acționează ca niște tipare, are loc sinteza substanțelor proteice, în funcție de ARN-m care aduce informația genetică din nucleu spre a fi descifrată și realizată într-o anumită secvență a aminoacizilor pe suportul ribozomal. Ribozomii hialoplasmei realizează sinteza proteinelor destinate celulei respective, în timp ce ribozomii atașați reticulului endoplasmic sintetizează proteine pentru exportul celular.

1.2.5. RETICULUL ENDOPLASMIC

Este un complex tridimensional de membrane ce delimitează în matrixul celular canalicule, vezicule și cisterne aplatizate și interconectate, constituindu-se astfel un sistem anastomozat (Fig. 1.8). În secțiune, reticulul prezintă două membrane elementare, între ele cu un spațiu îngust, corespunzător unui conținut endoplasmic, *reticuloplasma*, în general amorf și mai puțin dens decât hialoplasma.

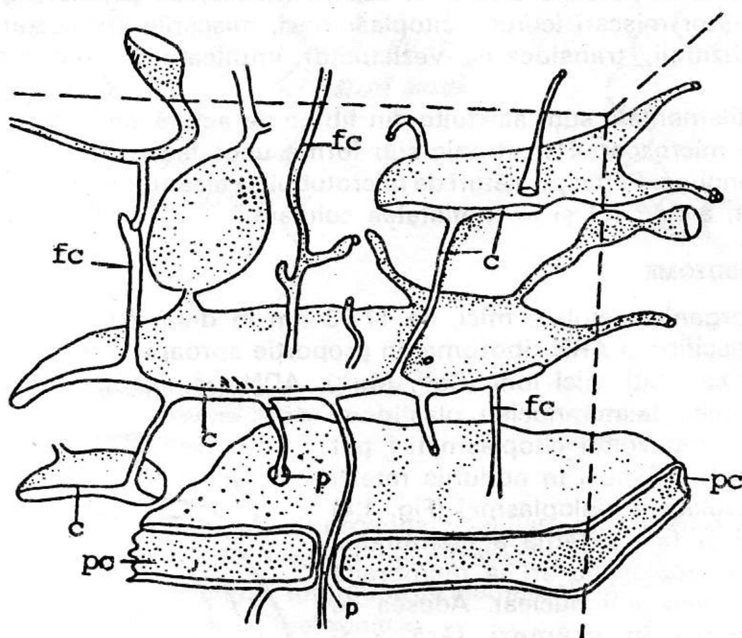


Fig. 1.8 — Reticulul endoplasmic: fc - formațiuni canaliculare; c - cisterne aplatizate; p - plasmodesme; pc - perete celular

Forma și abundența reticulului endoplasmic depind de activitatea metabolică a celulei și de gradul ei de diferențiere. Unele dintre profilele reticulului sunt tapisate pe fața externă (dinspre substanța fundamentală) cu ribozomi, alcătuind *reticulul endoplasmic granular,* mai dezvoltat în celulele cu activitate de proteosinteză intensă, iar altele sunt lipsite de

ribozomi, constituind *reticulul endoplasmic neted,* mai bine reprezentat în celulele ce produc lipide și uleiuri eterice. În general, în prima categorie predomină cisternele, iar în cea de a doua formațiunile canaliculare. Ambele forme de reticul endoplasmic (granular și neted) pot coexista în aceeași celulă, aflându-se în conexiune.

Sistemul de canalicule și cisterne formează o rețea care cuprinde integral conținutul celular, de la învelișul nuclear, cu a cărui membrană externă se află în continuitate, și până la plasmalemă. De asemenea, s-a evidențiat că reticulul endoplasmic din celulele învecinate se află în conexiune prin intermediul unor tubuli, *desmotubuli,* care trec peretele celular la nivelul plasmodesmelor, realizând continuitatea întregului organism vegetal.

Reticulul endoplasmic funcționează atât ca un sistem de comunicare intracelulară, prin mijlocirea distribuției diferitelor substanțe (metaboliți, enzime etc.), cât și intercelulară, prin translocarea substanțelor nutritive în diferite direcții în întregul organism. Pe lângă aceasta, reticulul endoplasmic este implicat și în diferite sinteze organice, în procesul respiratoriu celular ș.a.

1.2.6. COMPLEXUL GOLGI (APARATUL GOLGI)

Aparatul Golgi este o componentă a sistemului endomembranic celular, alcătuită din unități morfofuncționale numite *dictiozomi (corpii lui Golgi).*

Dictiozomul constă dintr-un grup de 4-8 saculi (cisterne) aplatizați, suprapuși, spre margine reticulați (Fig. 1.9), ce emit numeroase vezicule.

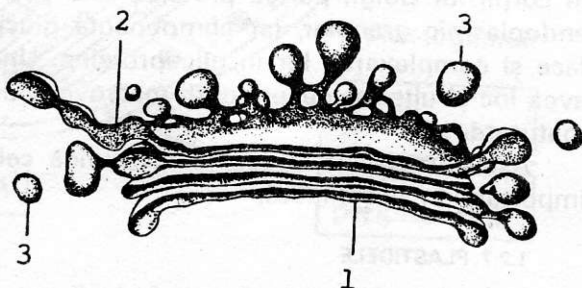


Fig. 1.9 — Dictiozom: 1 - cisterna dinspre fața formativă; 2 - cisterna dinspre fața de maturare; 3 - vezicule

Pachetul de saculi ai dictiozomului prezintă polaritate, având o *față formativă,* orientată înspre o cisternă a reticulului endoplasmic (Fig. 1.10) sau spre învelișul nuclear și o *față secretoare (de maturare),* opusă. La polul formativ se constituie saculi prin confluarea veziculelor (microveziculelor) provenite din evaginări ale reticulului endoplasmic, iar la polul secretor cisternele se consumă prin emiterea de vezicule (macrovezicule) ce devin progresiv asemănătoare plasmalemei. Geneza unei cisterne golgiene durează 2-3 minute, iar reînnoirea tuturor cisternelor unui corp al lui Golgi se realizează în aproximativ 30 de minute.

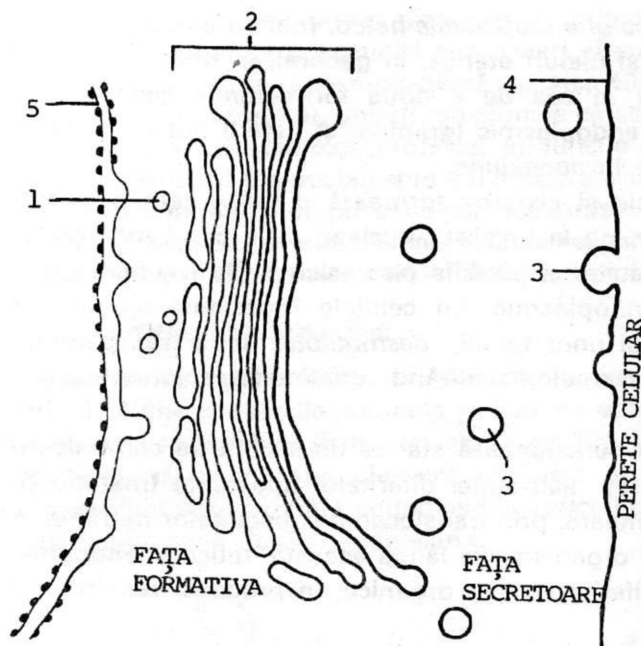


Fig. 1.10 — Formarea și activitatea dictiozomilor: 1 - microvezicule; 2 - dictiozom; 3 - macrovezicule; 4 - membrană plasmatică; 5 - reticul endoplasmic granular

Dictiozomii sunt implicați în special în secreție și îndeplinesc un rol important în sinteza peretelui celular. La nivelul lor se sintetizează atât substanțe precursoare pentru matrixul peretelui cât și pentru microfibrile, substanțe care sunt apoi colectate în veziculele ce se desprind din fața de maturare. Aceste vezicule migrează spre plasmalemă, fuzionează cu ea, după care își eliberează conținutul (oligo-, polizaharide, glicoproteine, SiO_2 etc.) spre exteriorul celulei, unde devine parte a peretelui celular. Glicoproteinele nu sunt sintetizate în întregime în corpii lui Golgi; partea proteică este generată în ribozomii reticulului endoplasmic granular, iar componenta glucidică în dictiozomi, unde se face și complexarea lor în glicoproteine. Unele restructurări chimice pot avea loc și ulterior desprinderii macroveziculelor din cisternele polului de maturare.

Așa cum se va vedea la diviziunea celulară, dictiozomii au un rol important în citochineză.

1.2.7. PLASTIDELE

Plastidele sunt organite ce îndeplinesc un important rol elaborator. Alături de vacuole și peretele celular reprezintă componente întâlnite numai în celula vegetală. Plastidele sunt polimorfe, de culori diferite (cloroplaste, cromoplaste, feoplaste, rodoplaste), în funcție de felul și proporția pigmenților ce-i conțin, sau incolore (leucoplaste).

Sub raport infrastructural, plastidele prezintă un înveliș alcătuit din două membrane elementare și o substanță internă fundamentală, *stroma,* străbătută de un sistem de membrane mai mult sau mai puțin dezvoltat.

A. **Cloroplastele** sau plastidele verzi sunt cele mai răspândite, au de regulă culoarea verde, la nivelul lor realizându-se procesul de fotosinteză. La plantele inferioare (alge), numărul lor este mai adesea redus, au dimensiuni mai mari și forme particulare (de clopot, de stea, de bandă

spiralată etc.) și sunt numite *cromatofori.* Unii cromatofori prezintă *pirenoizi,* constituiți din granulații proteice, în jurul cărora se depun grăunciori de amidon.

La plantele superioare (cormofite), cloroplastele au devenit aproape constant lenticular-discoidale (Fig. 1.11), se găsesc în medie câte 40-50 într-o celulă a mezofilului foliar (un mm^2 de frunză conține aproximativ 500.000 cloroplaste), având grosimea de 1-2 μm și diametrul de 3-10 μm.

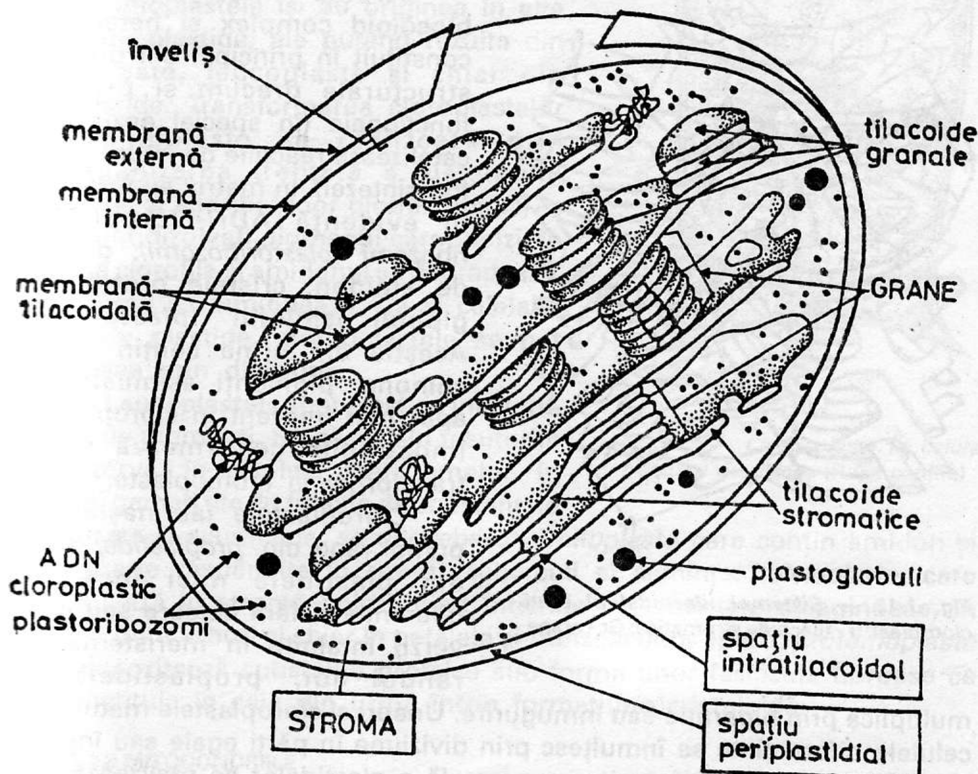


Fig. 1.11 — Organizarea unui cloroplast (schemă)

Cele două membrane ale învelișului plastidial, numit *peristromiu,* au grosime de câte 7,5 nm fiecare, separate de un spațiu clar, *spațiu periplastidial,* de cca 10-20 nm. Membrana elementară internă generează prin invaginare un sistem de membrane reprezentat prin numeroși saculi aplatizați interconectați, numiți *tilacoide.* Fiecare tilacoid se aseamănă învelișului plastidial prin aceea că este alcătuit din două membrane ce delimitează un spațiu intern, *spațiu intratilacoidal.*

Unele tilacoide, *tilacoidele granale,* sunt disciforme și se dispun suprapus în pachete asemănătoare fișicurilor de monede, alcătuind structuri numite *grane.* Alte tilacoide, *tilacoidele stromatice,* se dispun aproape

paralel cu axul longitudinal al plastidei, traversează stroma și străbat interconexând tilacoidele formațiunilor granale (Fig. 1.11, 1.12), realizându-se astfel un sistem tilacoidal unitar. Clorofilele și pigmenții carotinoizi sunt localizate în membranele tilacoidale. Granele au rol în realizarea reacțiilor de lumină ale fotosintezei, iar membranele tilacoidelor stromatice sunt implicate mai ales în transferul produșilor de reacție înspre alte compartimente funcționale ale cloroplastului.

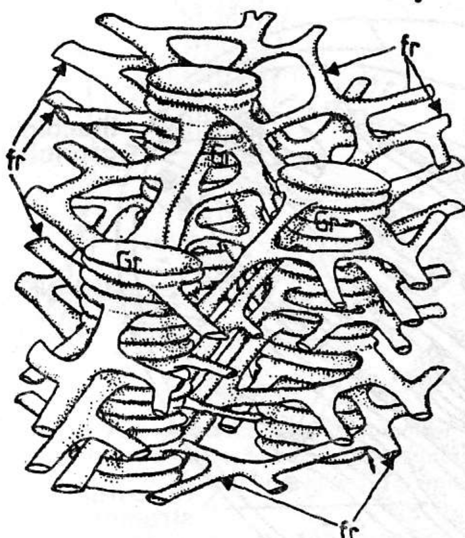


Fig. 1.12 — Sistemul tilacoidal al unui cloroplast: fr - tilacoide stromatice; Gr - grane

Stroma (matrix) este un biocoloid complex și heterogen, constituit în principal din proteine structurale precum și proteine funcționale (în special enzime ce catalizează reacțiile de întuneric ale fotosintezei). În matrix au fost puse în evidență ADN-cloroplastic, ribozomi *(plastoribozomi)*, granule de amidon, cristale proteice și globuli osmiofili *(plastozomi)*. Aceștia din urmă conțin lipide, chinone, pigmenți asimilatori și apar mai frecvent în cloroplastele îmbătrânite ce urmează să se transforme în cromoplaste.

Cloroplastele iau naștere în primul rând din *proplastide*, adică din plastidele mici încă nediferențiate, fără culoare sau palid verzi, întâlnite în meristeme. La rândul lor, proplastidele se multiplică prin bipartiție sau înmugurire. Uneori și cloroplastele mature din celulele diferențiate se înmulțesc prin diviziune în părți egale sau inegale și prin înmugurire. Diferențierea normală a plastidelor se realizează prin interacțiunea ADN-ului plastidial cu ADN-ul nuclear.

Înmulțirea prin bipartiție, prezența și organizarea ADN-ului și ARN-ului ca și tipul de ribozomi, atribuie cloroplastelor un caracter semiautonom și le apropie de procariote.

B. **Cromoplastele** sunt plastide cu conținut de pigmenți carotinoizi (carotine și xantofile), datorită cărora sunt colorate în galben, portocaliu sau roșu, întâlnite în petalele florilor, fructe, frunze îmbătrânite și în unele rădăcini tuberizate. Îndeplinesc mai ales funcții ecologice de atractanți pentru animalele polenizatoare și diseminatoare, cu care diferitele specii de plante au coevoluat. Nu au rol activ în fotosinteză.

Sub raport ultrastructural, orice cromoplast are la exterior un înveliș (peristromiu) din două membrane elementare ce delimitează matrixul stromatic. În funcție de modul de prezentare și distribuire a pigmenților

carotinoizi, pot fi sferice, aciculare (Fig. 1.13), lenticulare, romboidale, prismatice sau piramidale. Pigmenții constituenți se pot găsi dizolvați în picături lipidice, numite *globuli osmiofili*, pot fi dispuși în interiorul unor structuri tubuloase (*tubuli cromoplastidiali*) ori lamelare din stromă, sau pot apărea sub forma unor incluziuni cristaline generate în interiorul tilacoidelor (intralocular).

Cromoplastele își au originea în alte tipuri de plastide, ele putând rezulta din cloroplaste, leucoplaste și chiar din proplastide. Transformarea cloroplastelor în cromoplaste se realizează prin dezorganizarea treptată a sistemului tilacoidal și apariția unor globuli lipidici în care sunt dizolvați pigmenții carotinoizi, în timp ce clorofila și amidonul se degradează, iar stroma se diminuează. Ca și celelalte tipuri de plastide, cromoplastele se pot multiplica prin diviziune.

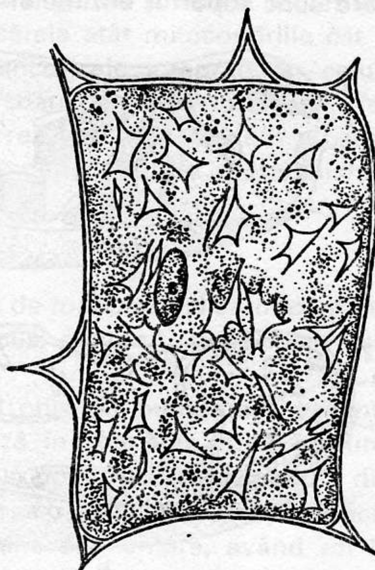


Fig. 1.13 — Cromoplaste în celula fructului de măceș (Rosa canina)

C. **Leucoplastele** sunt plastide incolore, lipsite de pigmenți. Se găsesc în țesuturile de rezervă, în celulele meristemelor, în spori și gameți etc. În funcție de substanțele sintetizate și acumulate, se deosebesc: *amiloplaste* care conțin amidon și sunt foarte răspândite în rizomi, tuberculi și semințe; *oleioplaste* care acumulează în stromă lipide, fiind întâlnite în semințele oleaginoase, în scoarța unor arbori și chiar în petalele și frunzele unor specii; *proteinoplaste* care depozitează substanțe proteice sub forma unor fascicule fibroase ce se constituie în cele din urmă într-o formațiune cristaloidă.

1.2.8 MITOCONDRIILE

Sunt organite permanente de forme diverse (sferice, bastonașe, filamente, lanțuri de grăuncioare), mai mici decât cloroplastele (0,3-10 µm lungime și 0,3-1,5 µm grosime), mai greu de distins la microscopul fotonic datorită refringenței lor scăzute.

Mitocondria este limitată la exterior de două membrane elementare, fiecare cu o grosime de 5-7 nm, separate de un *spațiu perimitocondrial* electronotransparent, de 10-20 nm (Fig. 1.14). Membrana externă, obișnuit mai netedă, delimitează organitul de substanța fundamentală, iar cea internă, prin invaginare, formează un sistem extensiv de pliuri denumite de G. Palade *„criste"*, foarte diferite sub raport morfologic. La celulele vegetale *cristele mitocondriale* pot fi plate (criste propriu-zise), tubuloase, veziculare, digitiforme etc., dintre care la cormofite sunt preponderente

cele de tip plat (lamelare). Pe criste se evidențiază subunități structurale formate din trei părți distincte (cap-8/10 nm, col și soclu) numite *oxizomi*, care sunt suportul enzimelor cu rol în respirație.

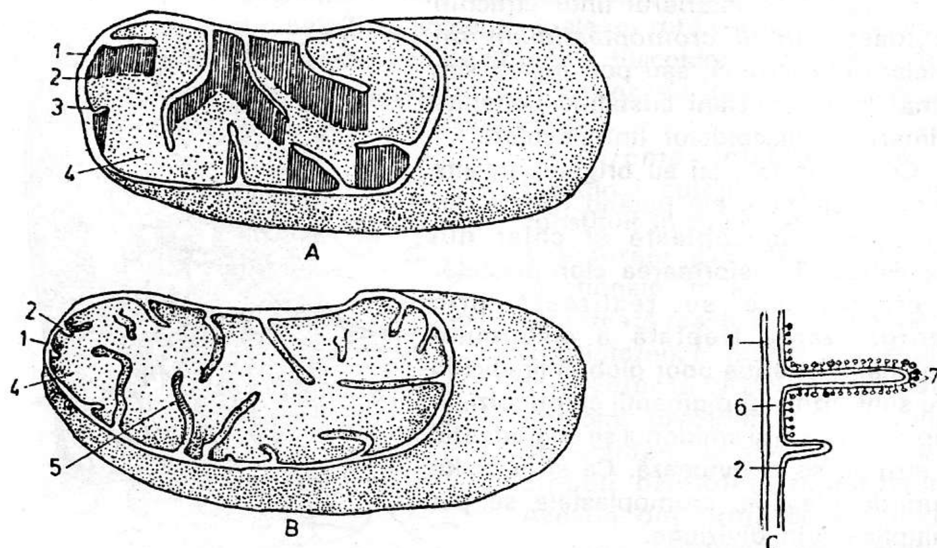


Fig. 1.14 — Structura mitocondriei: A, B - scheme; C - detaliu; 1—2 - membrane elementare; 3 - cristă; 4 - matrix; 5 - cristă mitocondrială tubuloasă; 6 - spațiu perimitocondrial; 7 - oxizomi

Spațiul intern mitocondrial, delimitat de criste (prin intermediul cărora se realizează o suprafață mare utilizabilă de enzimele respiratorii și reacțiile acestora), reprezintă *matrixul*, cu densitate de regulă superioară hialoplasmei și cu structură asemănătoare stromei plastidiale. În componența lui intră mai ales proteine care-i conferă consistență de gel și textură asemănătoare rețelei microtrabeculare a hialoplasmei. Matricea cuprinde ribozomi *(mitoribozomi)* asemănători celor bacterieni (70 S), izolați sau grupați în polizomi, și filamente de ADN, diferite tipuri de ARN, ioni minerali, enzime, vitamine ș.a.

Mitocondria reprezintă sediul respirației, proces care implică eliberarea energiei necesare activității celulare.

În raport cu nevoia de energie (stocată temporar în ATP) numărul mitocondriilor într-o celulă oscilează de la câteva sute la câteva mii. Fotografierile succesive la microscop au evidențiat o continuă mișcare a mitocondriilor dintr-o parte în alta a celulei, contopiri ale unora dintre ele și respectiv fisionări. Se îndesesc în special unde se cere un consum mai mare de energie. De exemplu, se îngrămădesc de-a lungul plasmalemei în timpul activității sale intense de transport al substanțelor și la baza flagelilor, oferind energia necesară mișcării lor.

Mitocondriile, ca și plastidele, sunt organite semiautonome, fiind capabile de proteosinteză specifică. De asemenea, ele se pot automultiplica

prin fisiune binară. Totuși formarea și activitatea lor au loc sub controlul nucleului celular.

Asemănarea evidentă între aceste două organite și celula bacteriană a sugerat *ipoteza endosimbiotică,* potrivit căreia atât mitocondriile cât și cloroplastele au fost la origine bacterii ancestrale integrate în celule heterotrofice mai mari, considerate precursoare ale eucariotelor. Astfel, cloroplastele și mitocondriile ar fi simbionți rezultați în urma unor procese coevolutive intracelulare, prin care devin depedenți de metabolismul celulei gazdă.

1.2.9. VACUOLELE

Sun compartimente celulare înconjurate de *tonoplast,* al căror conținut este constituit dintr-un fluid mai puțin vâscos, denumit *suc celular* (suc vacuolar).

Celula vegetală tânără conține în mod obișnuit numeroase vacuole mici care cresc în dimensiuni și fuzionează în cele din urmă într-una singură. Ca urmare, în celula matură vacuola poate ocupa peste 90% din volumul acesteia, astfel că citoplasma rămâne ca o peliculă subțire periferică.

Tonoplastul are structura unei membrane elementare, având rol în transportul activ al substanțelor în și din vacuolă, iar sucul celular are o compoziție variabilă, în raport cu natura plantei și cu starea fiziologică a celulei. Principalul component al sucului celular este apa, în care se găsesc substanțe de natură organică și anorganică, susceptibile de a forma soluții sau pseudosoluții. Substanțele acumulate în sucul celular provin fie din schimburile realizate de celulă cu mediul extern, fie din procesele metabolice interne. În mod obișnuit sucul vacuolar conține săruri anorganice (nitrați, cloruri, bromuri, ioduri, fosfați, sulfați etc.), dintre care unele sub formă de ioni, substanțe organice ca glucide (fructoză, glucoză, zaharoză etc.), proteine dizolvate, lipide, acizi organici (malic, citric, oxalic etc.), glicozide (digitalina, sinigrina etc.), alcaloizi (nicotina, papaverina, colchicina), taninuri, uleiuri eterice, rășini ș.a.

Vacuolele își au originea în sistemul endomembranic celular, care, așa cum se cunoaște, formează o unitate integrată, membranele fiind transferate și transformate într-o serie de componente celulare, potrivit unei succesiuni definite. La periferia sistemului unitar și dinamic, alcătuit din reticulul endoplasmic și aparatul lui Golgi, apar mai întâi *veziculele piriforme* (Fig. 1.15) din care derivă *provacuole tubulare* ce se ramifică în celulă. Acestea învelesc treptat și complet porțiuni din citoplasmă, formând un fel de carcase ce devin treptat *vezicule lizozomice.* Membrana internă și conținutul lizozomului sunt digerate de enzime, iar membrana externă se păstrează intactă. Vacuolele mici, născute în acest fel, fuzionează și, în final, dau naștere la una sau câteva vacuole caracteristice pentru celulele vegetale mature. Legăturile complexe genetice și funcționale dintre aparatul Golgi

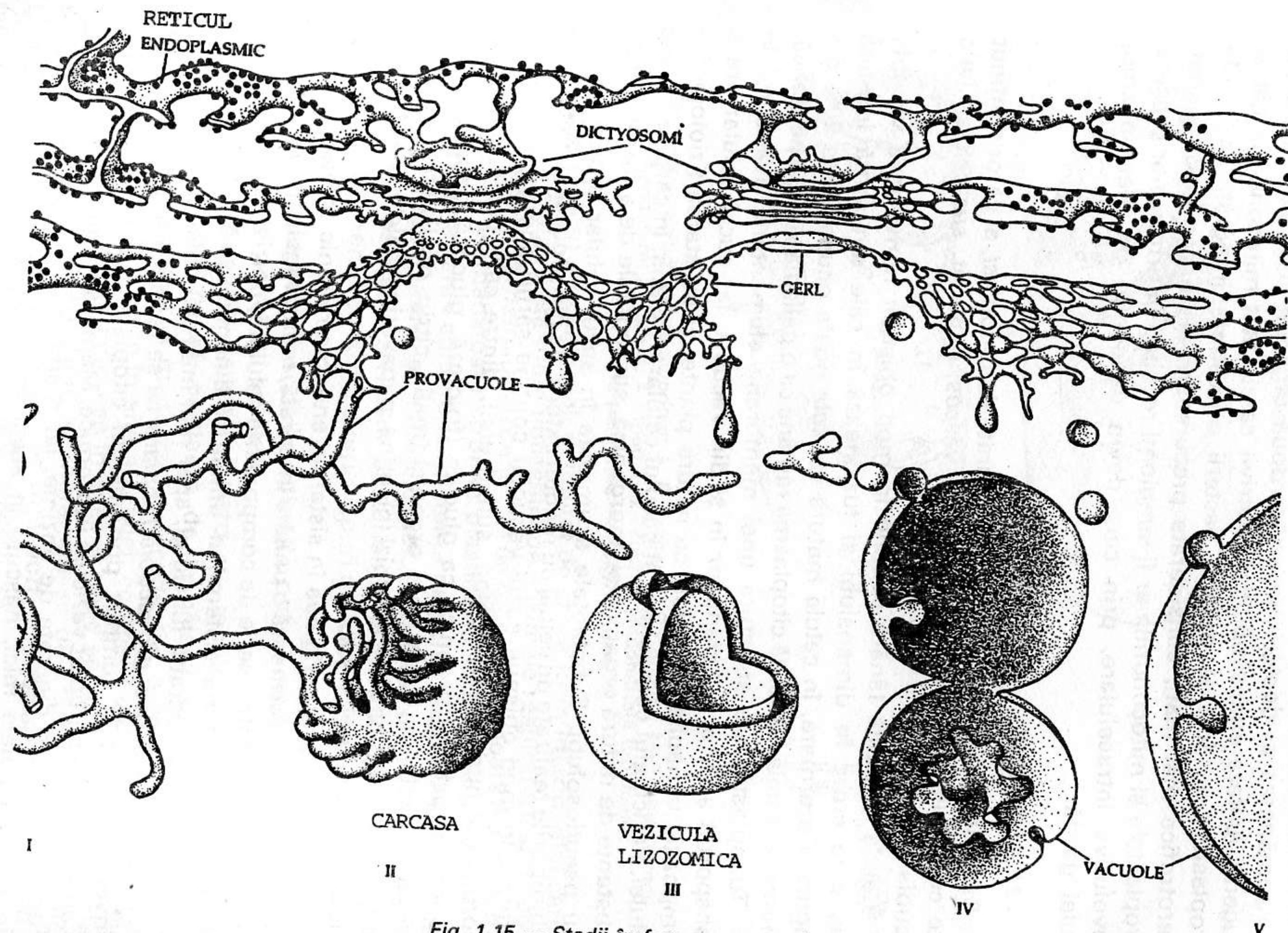


Fig. 1.15 — Stadii în formarea vacuolelor

(G), reticulul endoplasmic (ER) și lizozomi (L) a sugerat ideea folosirii termenului de GERL.

Vacuolele îndeplinesc un rol important în depozitarea unor substanțe de rezervă, ca și a unor produși secundari ai metabolismului (nicotină ș.a.). Prin prezența unor glicozizi (antociani) în sucul vacuolar, se imprimă culorile albastru, violet și roșu ale unor organe vegetative sau ale petalelor florilor. Prin acumularea selectivă de substanțe osmotic active în sucul celular, se realizează starea de turgescență care menține o anumită rigiditate a țesuturilor. Unele vacuole sunt implicate în descompunerea macromoleculelor și reciclarea componentelor lor în celulă; organite celulare ca ribozomi, mitocondrii și plastide pot fi degradate în vacuole datorită enzimelor hidrolitice.

1.2.10. MICROCORPII (MICROBODIILE)

Microcorpii sunt organite veziculare sferice sau elipsoidale, cu diametrul de 0,5 până la 1,5 μm, delimitate de o singură membrană elementară. Conținutul intern (*matrix*) este fin granular-fibrilar, cu o *incluziune cristalină* (cristaloid) proteică bogată în catalază. În mod frecvent microcorpii se întâlnesc asociați cu unul sau două segmente de reticul endoplasmic.

Unii microcorpi numiți *peroxizomi,* se găsesc în număr mare în celulele mature ale mezofilului frunzei, strâns legați spațial și funcțional cu cloroplastele și mitocondriile, îndeplinind rol important în metabolismul acidului glicolic, asociat procesului de fotorespirație. Alți microcorpi, *glioxizomii,* sunt numeroși în țesuturile de rezervă ale semințelor oleaginoase, în jurul picăturilor de lipide, evidențiind funcția lor în metabolizarea grăsimilor în timpul germinației.

1.2.11. SUBSTANȚE ERGASTICE

Sunt produși ai protoplastului, fiind substanțe de depozitare sau substanțe de excreție (deșeuri de metabolism) depuse sub diferite forme în organite, în peretele celular și în substanța fundamentală.

Dintre substanțele ergastice celulare, foarte comun este amidonul de rezervă (amidon secundar). Se depune în amiloplaste, înglobat în stroma acestora, ca straturi subțiri în jurul unui punct de condensare numit *hil.* La unele specii de plante se evidențiază cu claritate o alternanță a straturilor, unele mai puțin dense rezultă prin depunerea de substanță în timpul nopții, iar altele mai dense sunt formate în cursul zilei. Iau naștere în felul acesta *granule de amidon simple,* cu un singur hil și *granule de amidon compuse,* provenite din asocierea mai multor granule simple. Granula de amidon are o structură sferocristalină, fiind constituită din cristale mici, aciculare numite *trichite,* care se dispun radiar în jurul hilului. Forma și mărimea granulelor este diversă și caracterizează diferite specii (Fig. 1.16). Mai frecvent, amidonul se întâlnește ca substanță de rezervă în rizomi, tuberculi, semințe, în măduvă și scoarță.

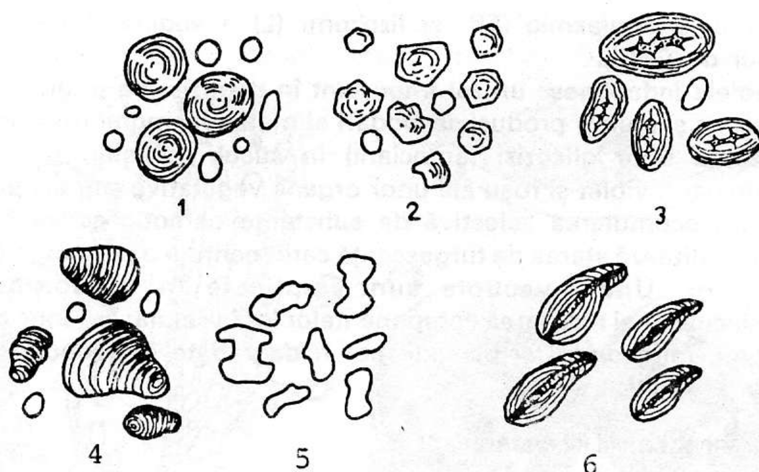


Fig. 1.16 — Diferite granule de amidon: 1 - la grâu; 2 - la porumb; 3 - la fasole; 4 - la cartof; 5 - la *Euphorbia;* 6 - la stejar

Inulina, ca și amidonul produs de polimerizarea glucozei, este frecventă în sucul celular al plantelor din familia compozite *(Asteraceae)* și al celor din câteva familii înrudite.

Proteinele se pot depozita, așa cum s-a arătat, în *proteinoplaste* sau ca aleuronă sub formă de *granule (corpi proteici)* de formă sferică sau poligonală, delimitate de o membrană simplă. Matricea granulei înglobează o formațiune proteică numită *cristaloid* și una (uneori mai multe) sferică numită *globoid* (Fig. 1.17). Granulele de aleuronă iau naștere prin

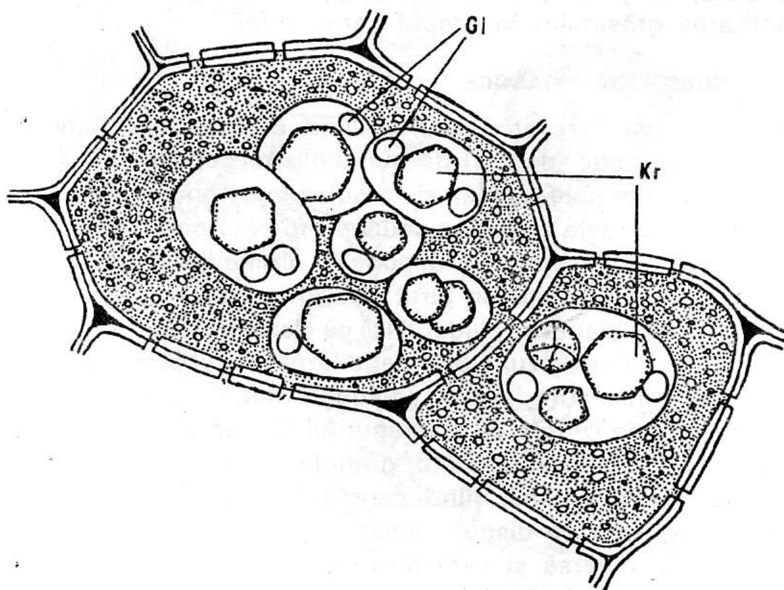


Fig. 1.17 — Celule cu granule de aleuronă: Kr - cristaloizi; Gl - globoizi

compartimentarea vacuolei. De exemplu, în semințe aceste compartimente vacuolare, continuând să acumuleze proteine de rezervă, iau treptat forma sferică devenind corpi proteici.

Lipidele din semințele plantelor oleaginoase sau din fructe se depun în *oleioplaste* sau sub forma unor *picături de uleiuri sau grăsimi* delimitate de proteine.

Rășinile sunt produse de celule secretoare și depuse în pungi sau canale secretoare.

Dintre numeroasele substanțe care se acumulează în vacuole ca produși de depozitare, mai menționăm, alături de glucoză, fructoză, zaharoză, acizi organici și antociani, și sărurile unor acizi organici care cristalizează în forme caracteristice. Cele mai des întâlnite sunt cristalele de oxalat de calciu. Aceste cristale pot fi mărunte și grupate, purtând numele de *nisip de oxalat de calciu,* sau iau forma unor mănunchiuri de cristale lungi aciculare ce se numesc *rafide* (ca în celulele frunzei de ghiocel - Fig. 1.18). În celulele scoarței primare și măduvei de tei și de alte specii se formează cristale care se grupează în formațiuni (macle) globuloase numite *ursini.* (Fig. 1.18).

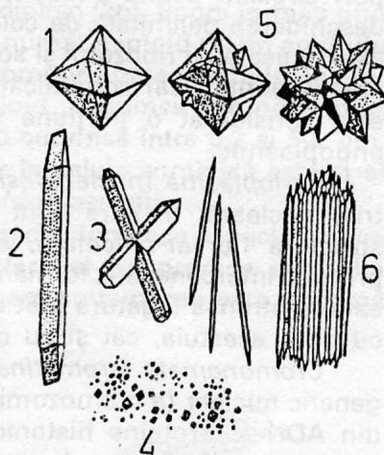


Fig. 1.18 — Cristale de oxalat de calciu: 1, 2 - cristale solitare; 3 - cristale îngemănate; 4 - nisip; 5 - ursini (druze); 6 - rafide

În celulele unor plante se pot forma și cristale din săruri anorganice (gips - $CaSO_4$, carbonat de calciu - $CaCO_3$) sau din silice - SiO_2.

1.2.12. NUCLEUL

Este organitul definitoriu al celulei eucariote, de formă sferică, lobată, fusiformă, ovală, lenticulară sau de bastonaș. Ocupă poziția centrală în celulele tinere și către margine în cele vârstnice cu sistem vacuolar dezvoltat. Este încadrat în citoplasmă, de obicei mai proeminent decât celelalte componente celulare, fiind mai refringent și de dimensiuni comparativ mai mari. Obișnuit, dimensiunile sunt cuprinse între 10 și 40 µm, însă se întâlnesc și unii nuclei foarte mici (1-3 µm la majoritatea ciupercilor și unele alge) sau foarte mari (până la un mm la *Cycadeae*). La nucleul interfazic s-au evidențiat următoarele componente structural-funcționale: învelișul nuclear, carioplasma, cromonemata și nucleolii (Fig. 1.19).

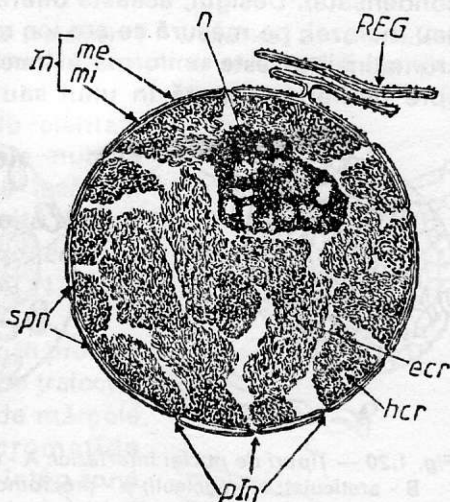


Fig. 1.19 — Nucleul interfazic (schemă): În - înveliș nuclear; me și mi - membrană externă și membrană internă; pln - porii învelișului nuclear; spn - spațiu perinuclear; REG - reticul endoplasmic granular; ecr - eucromatină; hcr - heterocromatină; n - nucleol

Învelișul nuclear este dublu membranar, fiecare membrană fiind de tip mozaic-fluid. Între cele două membrane ale învelișului se află un spațiu translucid de 10-20 nm grosime, denumit *spațiu perinuclear.* Microscopul electronic a evidențiat în învelișul nuclear existența unui număr mare de pori circulari având o structură complicată, diametrul de 0,3-1,0 nm și deschiderea delimitată de cele două membrane unite. Membrana externă este tapisată cu ribozomi și se află în continuitate cu reticulul endoplasmic, spațiul perinuclear comunicând direct cu reticuloplasma. Învelișul nuclear este considerat o porțiune specializată, local diferențiată, a reticulului endoplasmic.

Carioplasma (nucleoplasma) reprezintă substanța fundamentală (matrix) nucleară, în care sunt cuprinse cromonemata și nucleolii. Are o structură fibrilar-reticulară, alcătuită din pachete de fibrile elementare proteice interconexate, formând un adevărat nucleoschelet. Matricea fibrilară este în strânsă legătură atât cu membrana internă a învelișului nuclear și cu porii acestuia, cât și cu componenta fibrilară a nucleolului.

Cromonemata (cromatina) constituie forma interfazică a materialului genetic nuclear (a cromozomilor). Are o consistență gelică și este alcătuită din ADN și proteine histonice. Datorită conținutului ridicat de ADN, se colorează intens cu coloranți nucleari bazici (este bazofilă). Prezintă o structură fibrilară în rețea sau apare sub forma unor granule (corpusculi). Cromatina rezultă prin despiralizarea cromozomilor. Unele regiuni cromozomiale se destind complet, iar altele pot rămâne mai mult sau mai puțin condensate, diferențiindu-se astfel două tipuri de cromatină: *eucromatina* (cromatină dispersată) și *heterocromatina* (cromatină condensată). Desigur, această diferențiere dispare treptat în timpul mitozei sau meiozei, pe măsură ce are loc respiralizarea cromozomilor. Dispunerea cromatinei nu este uniformă în nucleu, o bună parte a acesteia aflându-se spre periferie, atașată în unul sau mai multe locuri la învelișul nuclear.

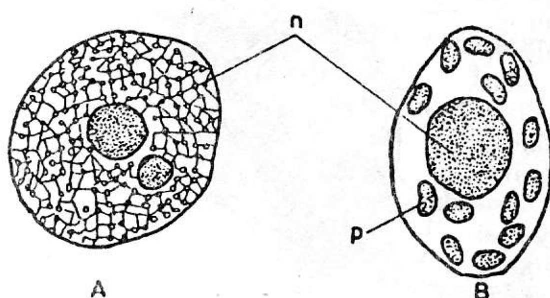


Fig. 1.20 — Tipuri de nuclei interfazici: A - reticulat; B - areticulat; n - nucleoli; p - procromozomi

În raport cu gradul de reprezentare a eucromatinei și heterocromatinei au fost descrise două tipuri principale de nuclei interfazici: *nuclei reticulați,* caracteristici speciilor cu cromozomi mari, și *nuclei areticulați,* caracteristici speciilor cu cromozomi mici (Fig. 1.20). Cei dintâi se caracterizează prin filamente cromatinice distribuite reticulat în spațiul nuclear, ramificate și anastomozate, prevăzute de regulă cu *cromocentri* din heterocromatină, iar la cei din urmă cromatina apare numai sub forma unor corpusculi sferici sau ovoizi numiți *eucromocentri.* În cazul în care numărul eucromocentrilor corespunde cu cel al cromozomilor speciei, eucromocentrii se numesc *procromozomi.*

Așa cum s-a arătat, pe parcursul mitozei și meiozei cromatina se structurează în cromozomi. Aceștia sunt formațiuni autonome și permanente în nucleu, responsabile de transmiterea caracterelor ereditare. Numărul lor este caracteristic și constant pentru fiecare specie. Plantele superioare au în celulele somatice un număr de cromozomi diploid (2n). Sporii formați prin meioză și gametofitul pe care-l inițiază au un număr haploid (n). În anumite cazuri, în celulele somatice numărul cromozomilor poate crește la 4n, 8n, 16n ... etc., nucleul devenind astfel poliploid. Mărimea cromozomilor variază de la specie la specie, lungimea fiind cuprinsă între 0,2 și 50 μm, iar grosimea între 0,2 și 3 μm. Numărul lor în celula somatică este și el foarte divers (24 la brad, 1250 la feriga *Ophioglossum*).

Cromozomii prezintă o morfologie dinamică, deoarece aspectul lor se modifică pronunțat pe parcursul ciclului celular. Cel mai propice studiului morfologic este cromozomul metafazic, la care spiralizarea este maximă (Fig. 1.21).

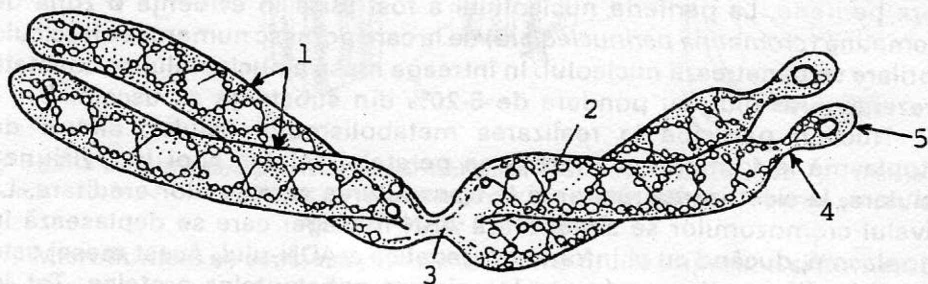


Fig. 1.21 — Cromozom izobrachial în metafază (schemă): 1 - cromatide; 2 - cromonemă cu cromomere; 3 - constricție primară (centromer); 4 - constricție secundară; 5 - satelit

În această fază se evidențiază cu claritate două unități structurale și funcționale numite *cromatide,* a căror diferențiere începe încă din interfază. Fiecare cromatidă este alcătuită dintr-o singură fibră cromatinică numită *cromonemă,* în structura căreia intră o moleculă de ADN dublu catenară.

Ca urmare a spiralizărilor, care încep în profaza timpurie și se continuă și în metafază, pe traiectul cromonemei apar îngroșări cu aspect de mărgele numite *cromomere*. Cele două cromatide omoloage (cromatide surori) sunt unite într-o zonă mai comprimată a cromozomului numită *centromer* sau *constricție primară,* prin intermediul căreia cromozomii se prind de filamentele contractile ale *fusului de diviziune (fus acromatic)*. În raport cu poziția centromerului, cromozomii pot fi: *izobrachiali* (cu brațe egale), *heterobrachiali* (cu

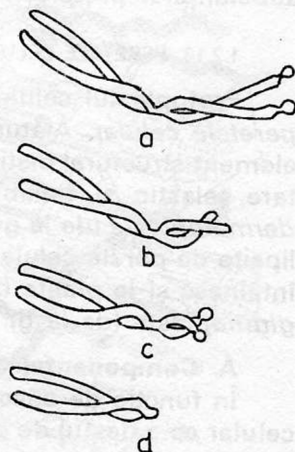


Fig. 1.22 — Tipuri de cromozomi în raport cu poziția centromerului: a - izobrachiali; *b,c* - heterobrachiali; *d*-cefalobrachiali

brațe inegale) și *cefalobrachiali* (cu un singur braț) (Fig. 1.22), astfel se realizează o diversitate mare de forme, asemănătoare literelor V, U, J sau celei de bastonaș.

Unii cromozomi posedă pe lângă constricția primară și o *constricție secundară,* care delimitează un segment cromozomial numit *satelit.* Constricțiile secundare sunt porțiuni heterocromatinice mai slab spiralizate, având rol în biogeneza nucleolului.

Nucleolul este o entitate structurală individualizată în interfază, sub forma unui corpuscul oval-sferic mai refringent decât carioplasma. Reprezintă aproximativ 35% din masa nucleului și are diametrul de 1-2 μm. Numărul nucleolilor corespunde în general cu numărul seturilor cromozomiale din nucleu (unul în celulele haploide, doi în cele diploide etc.).

Nucleolul este lipsit de membrană limitantă. După unele date mai recente, nucleolul are o *matrice proteică amorfă,* aflată în continuitate cu nucleoplasma, o *componentă fibrilară* centrală și o *componentă granulară* spre periferie. La periferia nucleolului a fost pusă în evidență o zonă de cromatină (*cromatină perinucleolară*) de la care pornesc numeroase fascicule fibrilare ce penetrează nucleolul. În întreaga masă a nucleolului se constată prezența ARN-ului, cu pondere de 5-20% din substanța sa uscată.

Nucleul participă la realizarea metabolismului celular, alături de citoplasmă la formarea și îngroșarea peretelui celular, apoi la diviziunea celulară, la cicatrizarea rănilor și la transmiterea caracterelor ereditare. La nivelul cromozomilor se sintetizează ARN mesager care se deplasează în citoplasmă, ducând cu el informația genetică a ADN-ului. Acest mesaj este transmis ribozomilor, unde are loc sinteza substanțelor proteice. Tot în nucleu, cu participarea nucleolului, iau naștere ARN-r și ARN-t, care în cele din urmă ajung în citoplasmă, contribuind, ca și ARN-m, la sinteza substanțelor proteice.

1.2.13. PERETELE CELULAR

Protoplastul celulelor vegetale este limitat la exterior de un înveliș, *peretele celular.* Alături de plastide și vacuole, reprezintă un important element structural distinctiv al celulei vegetale. Datorită prezenței peretelui tare, elastic și flexibil, celulele plantelor mai poartă și numele de *dermatoplaste* (de la gr. *„derma"*=piele și *„plastos"*=format). Unele celule lipsite de perete celular, asemănătoare sub acest aspect celor animale, se întâlnesc și la plante (zoospori, spermatii, mixomicete etc.), fiind numite *gimnoplaste* (de la gr. *„gymnos"*=nud).

A. Componentele peretelui celular

În funcție de specie și vârsta celulei, compoziția chimică a peretelui celular este destul de diversă, realizată din *substanțe cristaloide* (celuloză, glucan, chitină ș.a.), care îndeplinesc rol scheletic, înglobate într-un liant din diferite substanțe amorfe (hemiceluloze, pectine, glicoproteine) ce formează *matrixul;* în cazul pereților cu modificări secundare, la acestea se adaugă și *substanțe încrustante* (lignină, suberină, cutină, ceruri, taninuri, rășini, săruri minerale și organice etc.) care îi impregnează.

Celuloza, componentul scheletic cel mai răspândit, are moleculele lungi (1.500 nm), subțiri (0,7 nm), alcătuite din molecule de glucoză prinse cap în cap. Moleculele de celuloză sunt unite (Fig. 1.23) în *microfibrile* alungite, groase de 10-25 nm, principalele elemente structurale ale peretelui celular. În lumină polarizată, pereții apar luminoși datorită proprietăților cristaline ale celulozei, rezultate ca urmare a dispunerii ordonate a moleculelor de celuloză din microfibrile în elemente structurale numite *micele.*

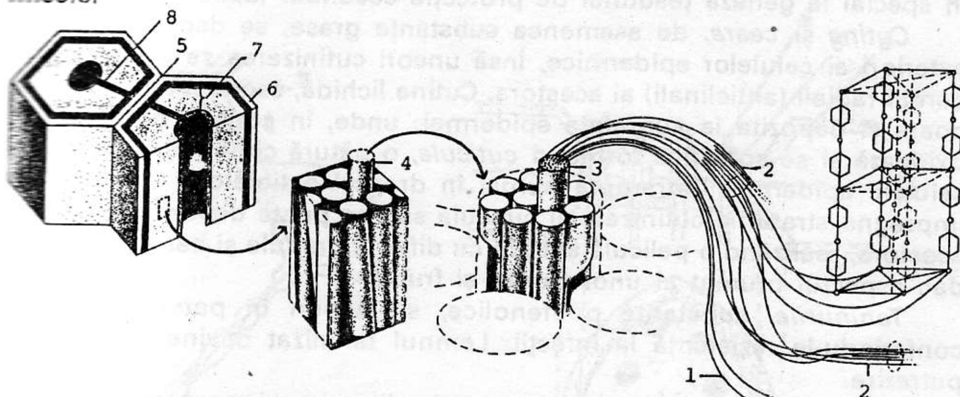


Fig. 1.23 — Ultrastructura peretelui celular (schemă): 1 - moleculă de celuloză; 2 - micelă; 3 - microfibrilă; 4 - macrofibrilă; 5 - lamelă mijlocie; 6 - perete primar; 7 - perete secundar tristratificat; 8 - punctuațiune

Microfibrilele se asociază prin răsucire mai multe împreună și formează *structuri fibrilare,* care la rândul lor se pot învârti una în jurul alteia (asemănător firelor într-un cablu), alcătuind așa-numitele *macrofibrile* (de 0,5 µm grosime și 4 µm lungime), vizibile la microscopul fotonic. O astfel de structură este comparabilă cu rezistența cu un corespondent de aceeași grosime din oțel.

În *matrix,* ce include aceste elemente scheletice, hemicelulozele sunt legate de microfibrile prin punți de hidrogen, substanțele pectice se prind de hemiceluloze prin răsucire, iar glicoproteinele sunt atașate probabil de pectine (Fig. 1.24)

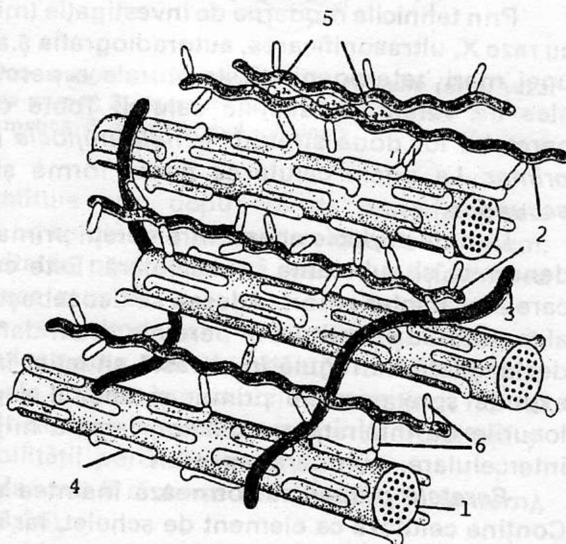


Fig. 1.24 — Schema interconectării microfibrilelor cu elementele matrixului: 1 - microfibrilă; 2 - substanțe pectice; 3 - glicoproteine; 4 - hemiceluloze; 5 - punți de calciu; 6 - molecule pectice neutre

Un alt constituent, *lignina,* este foarte frecvent în pereții unor celule, mai ales în

cele cu funcții de susținere (sclerenchim) și de conducere (trahee și traheide). Lignina, pe măsură ce se depune, substituie hemicelulozele și substanțele pectice, conferind rigiditate peretelui impregnat. În lemn poate ajunge până la 40-50% din substanța uscată, devenind componentul lui principal. Lignificarea este un proces în general ireversibil.

Suberina, substanță grasă impermeabilă pentru lichide și gaze, impregnează mai ales stratul secundar al peretelui celular, proces întâlnit în special la geneza țesutului de protecție secundar (suberul).

Cutina și *ceara,* de asemenea substanțe grase, se depun în pereții exteriori ai celulelor epidermice, însă uneori cutinizarea se extinde și la pereții radiali (anticlinali) ai acestora. Cutina lichidă, secretată în exces, se poate și depozita la suprafața epidermei, unde, în contact cu aerul, se oxidează și se solidifică formând *cuticula,* o pătură continuă peste toate celulele epidermei (întreruptă numai în dreptul ostiolelor). Ceara poate impregna straturile cutinizate și cuticula sau se poate depozita deasupra acestora, realizând o peliculă subțire cu diferite granule și bastonașe, care dau aspectul brumat al unor frunze și fructe.

Taninurile, substanțe polifenolice, se depun în pereții celulelor, conferindu-le rezistență la infecții. Lemnul taninizat devine rezistent la putrezire.

Printre substanțele încrustante sunt și unii *compuși anorganici* (dioxidul de siliciu, carbonat și fosfat de calciu ș.a.) sau *organici* (oxalatul de calciu) care mineralizează peretele celular, sporindu-i rezistența mecanică și la dăunători.

B. **Organizarea peretelui celular**

Prin tehnicile moderne de investigație (microscopia electronică, difracția cu raze X, ultrasonificarea, autoradiografia ș.a.) s-a pus în evidență existența unei mari heterogenități structurale a peretelui celular, determinată mai ales de vârsta și funcțiile celulei. Toate celulele însă au în alcătuirea peretelui lor două straturi: *lamela mijlocie (perete primordial)* și *peretele primar.* La unele celule se poate forma și un al treilea strat, *peretele secundar.*

Lamela mijlocie apare între pereții primari ai celulelor adiacente și este denumită și substanța intercelulară. Este compusă din materiale pectice care au caracter amorf. Adesea se deosebește greu de peretele primar, mai ales când se constituie și peretele secundar; procesul de lignificare, ce se declanșează de regulă în această situație, începe cu lamela mijlocie și se extinde spre peretele primar și apoi îl cuprinde și pe cel secundar. La locurile de întâlnire a celulelor, lamela mijlocie clivează, formând spații intercelulare, numite și *meaturi.*

Peretele primar se formează înaintea și în timpul creșterii celulelor. Conține celuloză ca element de schelet, iar matricea este reprezentată prin hemiceluloză, pectine, glicoproteine și enzime. Plasticitatea peretelui, determinantă în creșterea prin întindere a celulelor, este conferită de componenta pectică a acestuia. Unele celule rămân numai cu pereți primari, cum sunt cele ale țesuturilor generatoare (meristeme), cele impli-

cate în procese metabolice directe ş.a. În peretele primar, care prezintă o foarte slabă anizotropie, microfibrilele celulozice sunt dispuse foarte puţin ordonat.

Pereţii primari nu sunt uniformi ca grosime; anumite arii mai subţiri, cu margini proeminente, sunt străbătute de numeroase plasmodesme, individualizându-se astfel formaţiuni numite *câmpuri de punctuaţiuni primare* (Fig. 1.25).

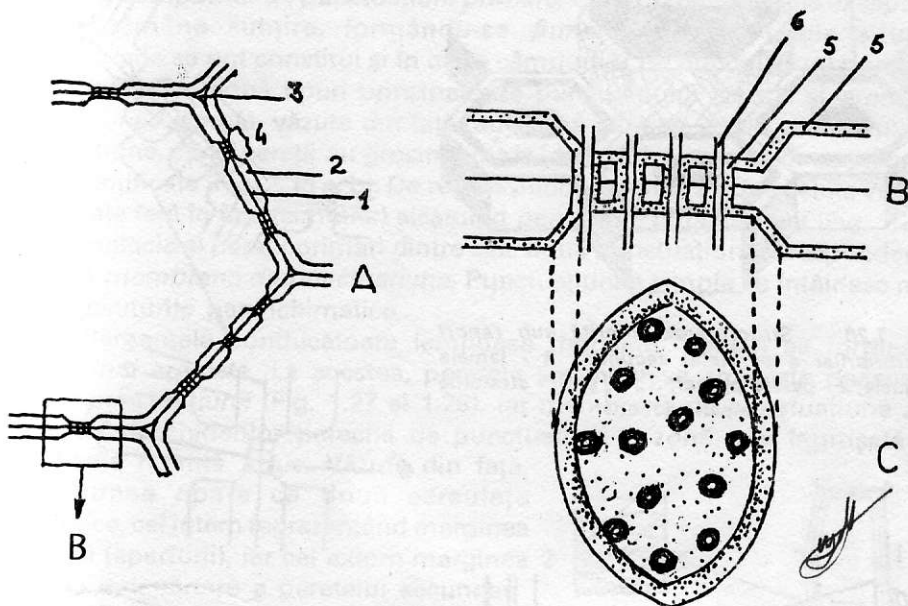


Fig. 1.25 — Câmpuri de punctuaţiuni primare (A), un câmp mărit în secţiune (B) şi văzut din faţă (C): 1 - lamela mijlocie; 2 - perete primar; 3 - meat; 4 - câmp de punctuaţiuni primare; 5 - membrana plasmatică; 6 - desmotubul (original)

Peretele secundar se constituie prin depunere de material peste peretele primar, de regulă după ce celula şi-a încheiat creşterea în volum. Procesul este realizat prin activitatea protoplastului, care după formarea peretelui secundar cel mai adesea moare.

Peretele secundar diferă de cel primar prin compoziţie şi structură. Astfel, în peretele secundar celuloza este mai abundentă, iar substanţele pectice, glicoproteinele şi enzimele lipsesc, matrixul fiind constituit numai din hemiceluloze. Absenţa pectinelor are ca urmare creşterea rigidităţii şi reducerea accentuată a extensibilităţii peretelui secundar.

Frecvent, în peretele secundar pot fi distinse trei straturi: S_1 *(extern)*, S_2 *(median)* şi S_3 *(intern)* (Fig. 1.26).

În stratul extern (S_1), adiacent peretelui primar, microfibrilele apar în reţea. *Stratul median* (S_2), cel mai dezvoltat, are microfibrilele paralele, cu dispoziţia spiralată faţă de axa celulei. *Stratul intern* (S_3), cu microfibrile de asemenea helicale, este subţire şi uneori poate lipsi. O astfel de structură

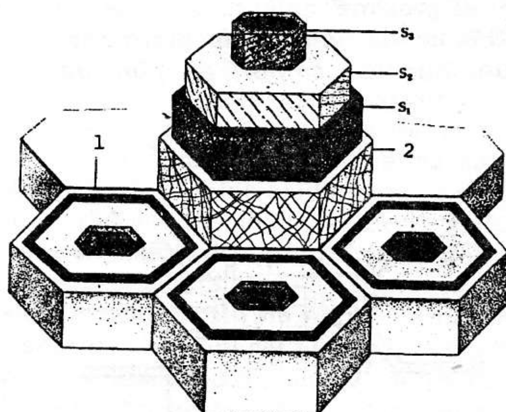
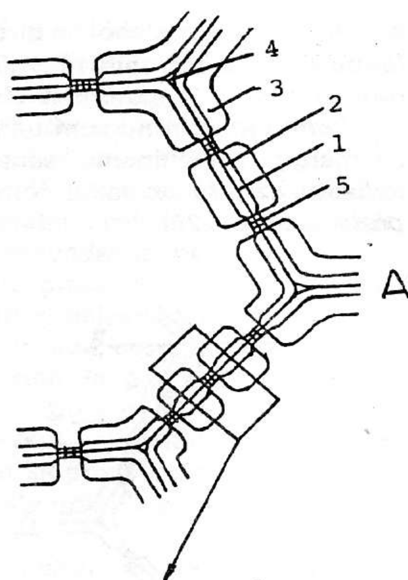
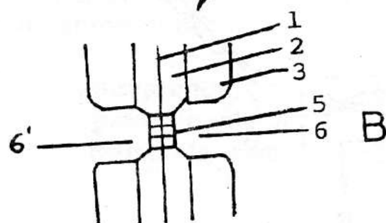
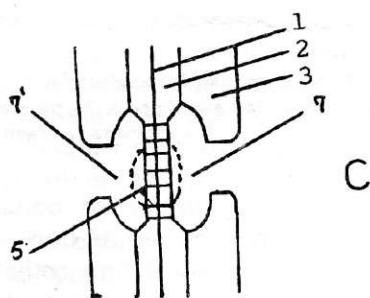


Fig. 1.26 — *Structurarea diferită sub raport microfibrilar a peretelui secundar:* 1 - lamela mijlocie; 2 - perete primar; S_1, S_2 și S_3 - straturile peretelui secundar







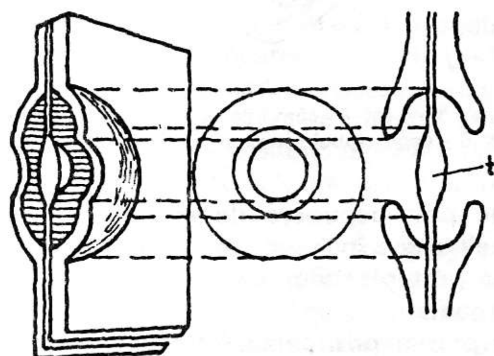


Fig. 1.28 — *Pereche de punctuațiuni areolate între vase lemnoase:* t - torus

Fig. 1.27 — *Perechi de punctuațiuni simple în pereții celulelor adiacente (A), pereche mărită de punctuațiuni simple (B), pereche de punctuațiuni areolate (C):* 1 - lamela mijlocie; 2 - perete primar; 3 - perete secundar; 4 - meat; 5 - membrană de punctuațiune; 6 și 6' - punctuațiuni; 7 și 7' - cavități ale perechii de punctuațiuni areolate (original)

stratificată, asemănătoare celei a placajelor, mărește considerabil rezistența peretelui secundar. De altfel, această structură laminată a peretelui secundar este mult mai complexă, întrucât fiecare dintre cele trei straturi este alcătuit

din mai multe *lamele* cu microfibrile orientate diferit. În sfârșit, la mărirea rezistenței contribuie și densitatea mai mare a microfibrilelor față de peretele primar, precum și *lignificarea* care este caracteristică pereților secundari ai vaselor și fibrelor din lemnul arborilor. La heterogenitatea considerabilă a peretelui secundar contribuie și alți încrustanți decât lignina: suberina, cutina, cerurile, rășinile și sărurile organice și minerale.

La formarea peretelui secundar, depunerile de substanțe nu au loc în perimetrul *câmpurilor de punctuațiuni primare*. Ca urmare, în zonele exceptate peretele rămâne subțire, formându-se *punctuațiuni*. În unele situații punctuațiunile se pot constitui și în afara câmpurilor de punctuațiuni primare.

Se întâlnesc două tipuri principale de punctuațiuni: *simple* și *areolate*. *Punctuațiunile simple,* văzute din față, au formă eliptică, ovală sau circulară, iar în secțiune, când pereții au grosime mare, apar sub forma unor canalicule, adesea ramificate (Fig. 2.18 a, b). De regulă punctuațiunile a două celule vecine sunt situate față în față (simetric) alcătuind *perechi de punctuațiuni* (Fig. 1.27). Lamela mijlocie și pereții primari dintre cele două punctuațiuni corespondente formează *membrana de punctuațiune*. Punctuațiunile simple se întâlnesc mai ales în țesuturile parenchimatice.

În elementele conducătoare lemnoase (traheide, trahee) se formează *punctuațiuni areolate*. La acestea, peretele secundar se arcuiește deasupra *cavității punctuațiunii* (Fig. 1.27 și 1.28), iar membrana de punctuațiune are în dreptul deschiderilor perechii de punctuațiuni o zonă mai îngroșată și suberificată numită *torus*. Văzută din față, puctuațiunea apare ca două cerculețe concentrice, cel intern reprezentând marginea orificiului (aperturii), iar cel extern marginea zonei de îndepărtare a peretelui secundar.

C. **Creșterea peretelui celular**

Pereții celulari cresc atât în suprafață cât și în grosime, procesul aflându-se sub controlul protoplastului.

Extinderea (creșterea în suprafață), proprie peretelui primar, este precedată de unele modificări fiziologice și de o slăbire a elementelor structurale sub acțiunea auxinelor. Acestei deformări plastice îi urmează adăugarea de microfibrile. La celulele parenchimatice, care cresc uniform în suprafață, noile microfibrile se dispun randomizat, formându-se o rețea neregulată. La celulele ce cresc inegal, alungindu-se (creștere polară), microfibrilele pereților laterali sunt depuse în unghi drept față de axul de elongație; la alungire are loc o permanentă reorientare a microfibrilelor mai externe, care devin paralele cu axul celulei (Fig. 1.29).

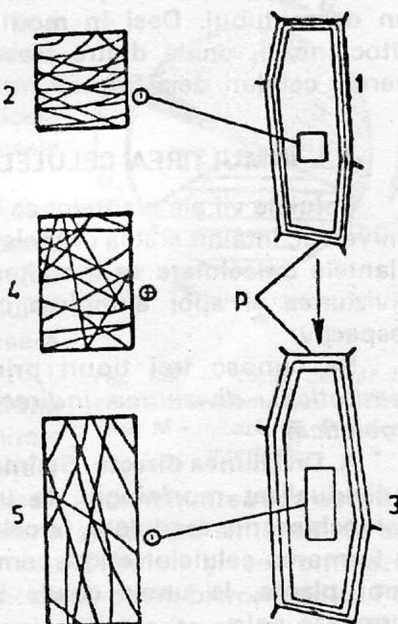


Fig. 1.29 — Schema creșterii în suprafață a peretelui celular: 1, 2 - situația inițială; 3, 4, 5 - situații ulterioare; p - perete primar

Dacă la creşterea prin întindere are loc atât intercalarea de microfibrile noi *(intususcepţiune)* printre cele existente cât şi depunere de microfibrile, peretele secundar este generat numai prin depozitarea de noi materiale peste cele vechi, proces denumit *apoziţie*. Ca urmare a apoziţiei se realizează creşterea în grosime a peretelui celular, care începe de regulă după încheierea elongaţiei.

Substanţele din matrix sunt transferate în perete, aşa cum s-a mai arătat, prin veziculele dictiozomilor. Conţinutul veziculelor golgiene este mai bogat în pectine în faza de creştere prin întindere şi mai bogat în celuloze în faza de creştere în grosime a peretelui. Mecanismul de formare a celulozei şi organizarea ei în microfibrile la nivelul peretelui sunt încă puţin descifrate.

Prezenţa peretelui celular limitează volumul protoplastului şi previne distrugerea acestuia în celulele turgescente. De asemenea, peretele celular, datorită particularităţilor sale de compoziţie şi structură, îndeplineşte rol în absorbţia, transportul şi eliminarea substanţelor în şi din plantă. Mai poate servi şi ca suport al activităţii lizozomale şi digestive.

Plasmodesmele

Protoplaştii celulelor vecine sunt interconectaţi prin numeroase fire de reticul endoplasmic din plasmodesme, care pot fi răspândite peste tot în peretele celular sau pot fi agregate numai în câmpurile de punctuaţiuni primare. La microscopul electronic se văd ca nişte canale înguste (cca 30-60 nm în diametru), fiecare înconjurat de o membrană plasmatică şi traversat de câte un desmotubul. Deşi în mod obişnuit formarea lor are loc în timpul citochinezei, unele dintre plasmodesme se pot constitui şi ulterior, în pereţii celulari deja formaţi.

1.3. ÎNMULŢIREA CELULELOR

Celulele vii ale plantelor se înmulţesc prin diviziune. Acest proces este universal, întâlnit atât la organismele unicelulare cât şi la cele pluricelulare. Plantele unicelulare se înmulţesc prin diviziune; la plantele pluricelulare diviziunea şi apoi alungirea celulelor duce la creşterea organismului respectiv.

Se cunosc trei tipuri principale de diviziune: *diviziunea directă (amitotică), diviziunea indirectă (mitotică)* şi *diviziunea reducţională (meiotică)*.

A. **Diviziunea directă.** Se întâlneşte la unele plante inferioare cu nucleu individualizat morfologic, la unele celule pe cale de degenerare din parenchimurile medulare, la celulele stratului tapet din antera staminelor, la formarea celulelor endospermului şi a ţesutului conducător lemnos al unor plante, la unele celule bolnave (canceroase) şi în ţesuturile ce formează gale.

Este cel mai simplu mod de diviziune, caracterizat în principal prin absenţa fusului de diviziune şi a condensării cromozomilor. Diviziunea constă dintr-o fragmentare a nucleului prin constricţie, după care urmează o strangulare a celulei în două celule fiice. Cercetările mai noi au demonstrat

că în unele cazuri la diviziunea nucleului are loc și formarea unui fus nuclear rudimentar, proces numit *haplomitoză*.

Celulele procariotelor se înmulțesc prin simpla formare a unui sept de diviziune care împarte conținutul celulei mame în două părți egale (*bipartiție* sau *sciziparitate*).

B. **Diviziunea indirectă**. Este cel mai răspândit tip de diviziune, atât la plantele inferioare cât și la cele superioare. Celulele somatice se formează prin diviziune mitotică, numită și diviziune ecvațională, deoarece cele două celule fiice formate prezintă același număr de cromozomi cu celula mamă. Procesul începe printr-o serie de modificări în nucleu care duc la diviziunea lui (*mitoză, cariochineză*), după care urmează împărțirea citoplasmei și separarea nucleilor fii în două celule independente (*citochineză*).

Diviziunea se desfășoară prin parcurgerea unei succesiuni de evenimente, care constituie *ciclul celular*. Acest ciclu se poate realiza într-o perioadă mai lungă sau mai scurtă, în funcție de tipul celulei și de acțiunea factorilor externi. În cadrul ciclului celular se diferențiază *interfaza* (etapa pregătitoare) și *diviziunea propriu-zisă* (mitoza). Diviziunea propriu-zisă se desfășoară într-o perioadă scurtă, mare parte din ciclu ocupându-l interfaza. De exemplu, la *Vicia faba* ciclul celular are o durată de 19,3 ore, din care diviziunea propriu-zisă reprezintă numai două ore (Fig. 1.30).

a. *Interfaza*. A fost considerată mult timp ca fază de repaus (interchineză), deoarece cromozomii nu sunt vizibili, iar nucleul prezintă membrană. Cercetările moderne au permis includerea interfazei în ciclul diviziunii, justificată de faptul că în acestă fază se desfășoară procesele pregătitoare ale mitozei.

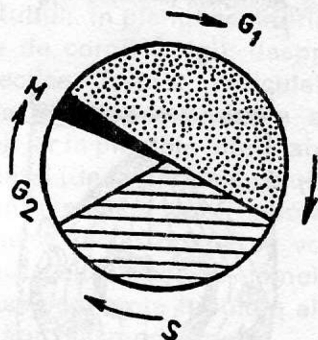


Fig. 1.30 — Ciclul celular în celule meristematice la Vicia faba: M - mitoză; G_1, S și G_2 - interfază

În interfază are loc sinteza principalelor componete cromozomiale (ADN și histone), sinteza componentelor aparatului mitotic (fus acromatic, cromozomi ș.a.), sinteza ARN-ului și se realizează rezerva de energie necesară diviziunii. Astfel, în prima parte a interfazei (G_1), care are loc imediat după încheierea diviziunii precedente, sporește citoplasma și organitele sale. De asemenea, se sintetizează unele substanțe stimulatoare sau inhibitoare, implicate în continuarea sau oprirea ciclului celular. În cea de a doua parte a interfazei, în faza sintetică (S) se realizează duplicarea materialului genetic (a ADN-ului) și se formează histone, astfel că din monocromatidici cromozomii devin bicromatidici. Pe parcursul perioadei G_2 (postsintetică) se formează diferite structuri implicate direct în mitoză (elemente ale fusului de diviziune ș.a.).

b. *Diviziunea propriu-zisă* (mitoza). Este un proces continuu, însă pentru a facilita studiul ei a fost împărțită convențional în patru faze ale diviziunii nucleului (*profaza, metafaza, anafaza* și *telofaza*).

Profaza (Fig. 1.31 A, B, C). Începutul profazei se recunoaște printr-o ușoară umflare a nucleului; are loc o spiralizare a cromozomilor (spiralizare mică), iar către sfârșitul profazei o a doua spiralizare (spiralizare somatică). Astfel, cromozomii se scurtează, se îngroașă și devin vizibili la microscopul fotonic. De asemenea, se dezorganizează nucleolii. La sfârșitul profazei dispare membrana nucleară, nucleoplasma amestecându-se cu citoplasma, iar cromozomii se deplasează încet către mijlocul celulei, spre firele fusului acromatic care începe să se formeze.

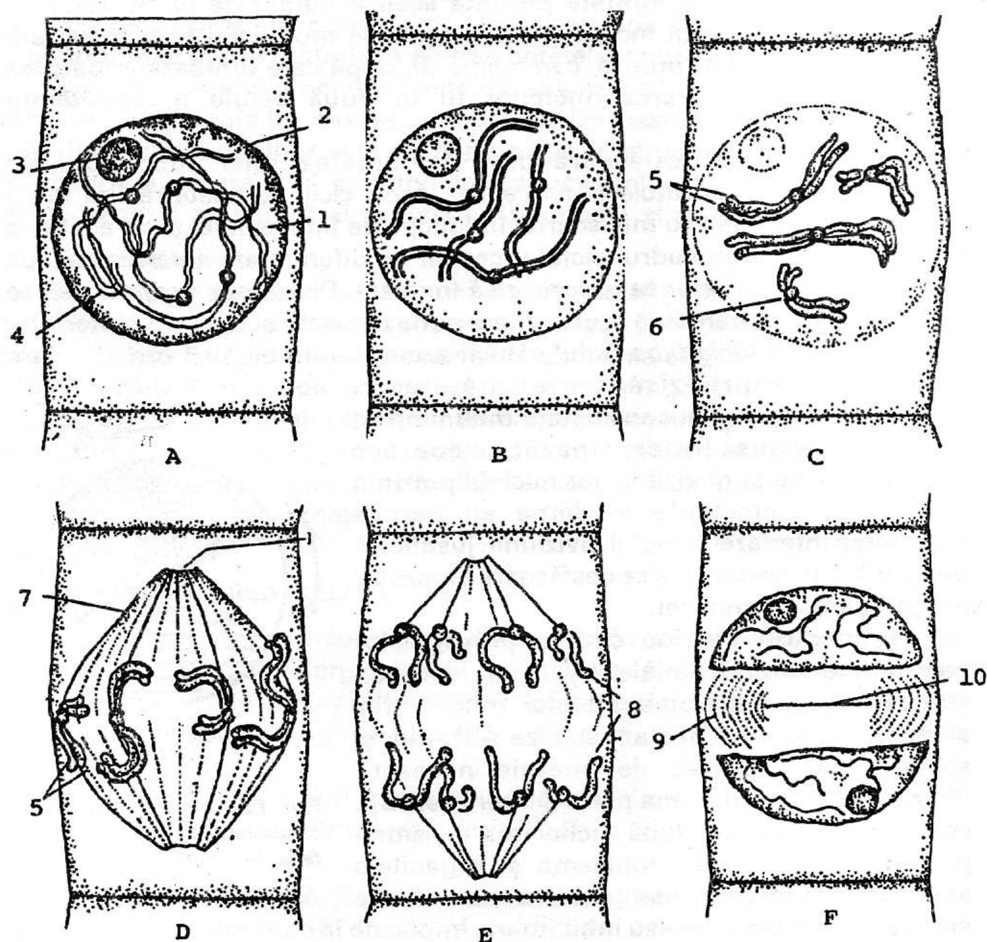


Fig. 1.31 — Diviziunea mitotică: A, B, C - profază; D - metafază; E - anafază; F - telofază; 1 - nucleoplasmă; 2 - înveliș nuclear; 3 - nucleol; 4 - cromozom; 5 - cromatide; 6 - centromer; 7 - fus acromatic; 8 - cromozomi fii; 9 - fragmoplast; 10 - placă celulară

Metafaza (Fig. 1.31 D). Începe prin individualizarea fusului acromatic, în zona ocupată înainte de nucleu. Fusul acromatic este format din *fibre continue* - de la un pol la celălalt al fusului și *fibre cromozomiale* - de la un pol la centromerul cromozomilor, ambele constituite din mănunchiuri

de microtubuli. Cromozomii se dispun pe fusul acromatic cu centromerul în regiunea ecuatorială a acestuia, formând *placa ecuatorială*. La sfârșitul metafazei, cromatidele fiecărui cromozom se află în poziția gata de separare.

Anafaza (Fig. 1.31 E). Are loc la început despicarea centromerilor (dublarea lor), iar ca urmare cele două cromatide ale fiecărui cromozom se separă, formând *cromozomi-fii*. În continuare, cromatidele separate (cromozomii-fii) încep ascensiunea spre câte un pol al fusului, centromerii se deplasează primii, iar brațele sunt trase în urmă, astfel că se realizează și desprinderea extremităților brațelor mai lungi. Separarea și deplasarea cromozomilor-fii este determinată de scurtarea fibrelor cromozomiale. S-a emis și ipoteza că fibrele fusului trag spre poli cromozomii-fii, datorită unei continue geneze de microtubuli înspre un capăt al fibrei și dezasamblării lor înspre capul opus.

Telofaza (Fig. 1.31 F). Începutul acestei faze este marcat de ajungerea celor două loturi de cromozomi-fii la polii fusului și dezorganizarea fibrelor cromozomiale și a celor continue. Cromozomii se despiralizează, alungindu-se, astfel că devin din nou fibre subțiri. În același timp, se reface membrana nucleară și reapar nucleolii. Cu formarea celor doi nuclei se încheie mitoza (*cariochineza).*

c. *Citochineza*. În telofaza timpurie, între nucleii fii pe cale de formare se constituie un sistem fibrilar, inițial în formă de butoi, iar apoi disciform, numit *fragmoplast* (Fig. 1.31 F). La fel cu fusul acromatic, fibrele fragmoplastului sunt formate mai ales din microtubuli. În planul ecuatorial al fragmoplastului se dispun vezicule (generate de corpii Golgi), despre care se consideră că ar conține substanțe pectice. Treptat, veziculele fuzionează formându-se *placa celulară,* care la plantele superioare se extinde centrifugal (înspre peretele celulei mame), iar la plantele inferioare, unde apare inițial în formă de inel, crește centripetal (de la peretele celulei mame spre centru). Din conținutul de substanțe pectice va fi treptat generată *lamela mijlocie,* iar din pereții veziculelor dictiozomale se vor constitui membranele plasmatice de o parte și de alta a acestei lamele mijlocii. Printre veziculele în fuziune rămân prinse segmente tubulare ale reticulului endoplasmic, care stau la baza formării plasmodesmelor.

De fiecare parte a lamelei mijlocii, protoplaștii își depun de jur împrejur câte un perete primar. Apoi fiecare celulă fiică își construiește câte un perete nou, perete ce se află în continuitate cu cel din dreptul plăcii celulare. Pe măsură ce celulele fiice cresc, peretele celulei parentale se întinde și se destramă.

Diviziunea mitotică are și abateri de la tipul normal, printre care se pot enumera:

-*Înmugurirea,* frecventă la unele ciuperci. Se caracterizează prin aceea că, după formarea celor doi nuclei, celula mamă nu se divide, ci dă naștere la un mugure lateral, în care se deplasează unul din nuclei.

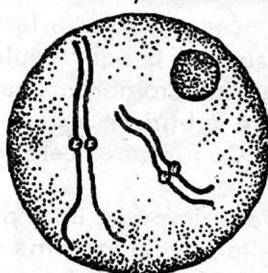
- *Formarea liberă a celulelor,* întâlnită la geneza endospermului secundar (de tip nuclear) din semințe. În acest caz *citochineza* nu are loc decât după un număr mai mare de *cariochineze*.

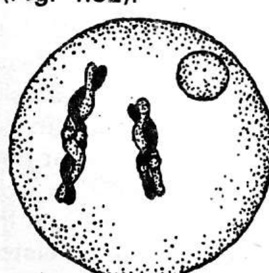
- *Endomitoza,* la care etapele diviziunii se desfăşoară în interiorul nucleului, fără ca membrana acestuia să dispară. Cromozomii dublaţi rămân în acelaşi nucleu, iar dacă procesul se repetă se obţin poliploizi. Se poate provoca pe cale artificială acest mod de diviziune.

C. **Diviziunea reducţională.** Se caracterizează prin aceea că celulele-fiice nou formate prezintă numai jumătate din numărul de cromozomi faţă de celula-mamă. La majoritatea plantelor acest tip de diviziune se întâlneşte în cursul formării sporilor (sporogeneză). Meioza constă de fapt dintr-o dublă diviziune a nucleului, în cadrul căreia cromozomii se replică o singură dată.

Astfel, meioza este o succesiune de două diviziuni care se desfăşoară cu continuitate, dintre care prima este reducţională numită şi *heterotipică,* iar a doua este ecvaţională numită şi *homeotipică* (Fig. 1.32).


Profaza timpurie I

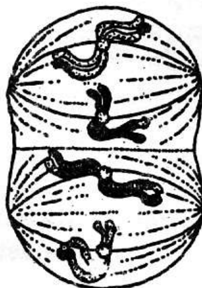

Profaza I

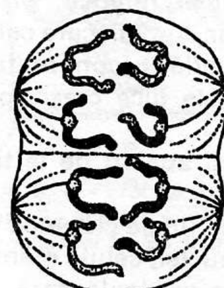

Profaza I


Profaza târzie I


Metafaza I


Anafaza I


Metafaza II


Anafaza II

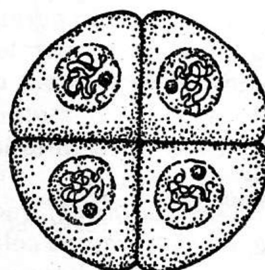

Telofaza târzie II

Fig. 1.32 — Diviziunea meiotică

Diviziunea heterotipică se desfăşoară în patru faze: profaza I, metafaza I, anfaza I şi telofaza I.

Profaza I a acestei diviziuni durează mai mult şi este mai bogată în modificări decât cea a mitozei. Cromozomii, duplicaţi încă din interfază, constau din câte două cromatide identice, apropiate atât de mult, încât dau impresia unei structuri unice. Cromozomii au aspect filamentos şi, dispersaţi în masa nucleului, se vor asocia în perechi. Împerecherea are loc între cromozomii omologi (unul de origine maternă şi altul de origine paternă), începând din unul sau mai multe puncte şi avansând după modelul de închidere a fermoarului. În felul acesta iau naştere perechi de cromozomi omologi numite *bivalenţi* sau *gemini*. Dintr-o garnitură diploidă (2n) se formează n perechi omoloage.

Pe parcursul profazei cromozomii încep să se contracte progresiv şi în consecinţă se îngroaşă şi se scurtează. Spre mijlocul acestei faze, între cromatidele cromozomilor omologi are loc un schimb reciproc de fragmente, proces numit *crossing-over*. Ca urmare vor rezulta cromatidele remaniate, cu material genetic atât matern cât şi patern. În continuare, are loc o desprindere a cromozomilor din gemini, prin separarea lentă a cromatidelor omoloage, rămânând în contact doar spre capete prin câteva legături. Spre sfârşitul acestei faze se dezorganizează nucleolul şi membrana nucleară şi se conturează fusul de diviziune.

În metafaza I se formează fusul de diviziune bipolar, iar cromozomii omologi se dispun treptat pe filamente, în regiunea ecuatorială.

În anafaza I cromozomii omologi se separă complet, alunecând fiecare spre câte un pol al fusului de diviziune. La fiecare pol ajunge astfel un număr *n* de cromozomi bicromatidici. Datorită schimbului de material genetic (realizat prin crossing-over), fiecare cromatidă este un mozaic de material matern şi patern.

În telofaza I se reconstituie cei doi nuclei fii, fiecare având faţă de celula mamă numai jumătate din numărul cromozomilor.

Cea de a doua diviziune meiotică, *diviziunea homeotipică,* are loc imediat după formarea celor doi nuclei haploizi, adesea încă înainte ca aceştia să-şi fi reconstituit învelişul lor. Cei doi nuclei haploizi, rezultaţi în urma primei diviziuni meiotice, se divid printr-un mecanism de tip mitotic (Fig. 1.32), de asemenea cu patru faze, ajungându-se în final la formarea a patru nuclei haploizi. Peretele despărţitor între cele patru celule rezultate este generat adesea abia după cea de a doua diviziune. Sporii formaţi în urma acestui proces reducţional pot rămâne grupaţi împreună, alcătuind o *tetradă,* sau se pot individualiza.

Capitolul II

ȚESUTURI VEGETALE

Histologia este un capitol al anatomiei plantelor, care se ocupă cu studiul țesuturilor.

Prin țesut se înțelege o grupare de celule distinctă sub raport structural și funcțional. Prin urmare, într-un țesut se realizează în general o *unitate anatomică* prin legătura dintre celule, o *unitate fiziologică* prin adaptarea și specializarea celulelor pentru o anumită funcție și *o interdependență* între celule prin subordonarea lor la noul nivel de organizare, realizat prin integrare.

Țesuturile vegetale iau naștere în urma procesului de *diferențiere histogenetică,* apărut la plantele pluricelulare. Procesul de diferențiere este inițiat la embriogeneză, cu primele diviziuni ale zigotului, și se continuă pe parcursul formării organismului, prin geneza țesuturilor și organelor sale. Așadar, diferențierea histogenetică este procesul prin care celule identice sub raport genetic devin diferite una de alta și față de cele din care au rezultat. În plus, la completa lor diferențiere, adică la maturitate, unele dintre celule se mențin vii, iar altele mor, formându-se astfel un număr mare de tipuri de celule (Fig. 2.1). Modul în care celule cu aceeași origine devin diferite reprezintă una din preocupările de prim ordin ale biologiei moderne. Sub acest aspect s-a putut evidenția implicarea unor factori externi și a unora interni (mecanisme de control hormonal al expresiei genice) în procesul de diferențiere histogenetică.

Diversitatea tipurilor de celule se amplifică în decursul evoluției plantelor (gimnospermele au 52 de tipuri, iar angiospermele, plantele cele mai evoluate, ajung până la 76-80 - Z i m m e r m a n n , 1930).

După forma celulelor alcătuitoare deosebim două categorii mari de țesuturi: *parenchimuri* și *prozenchimuri.*

În raport cu gradul de diferențiere a celulelor, țesuturile se pot împărți în *țesuturi de orgine (formative, embrionare, meristematice)* din celule tinere, care-și păstrează capacitatea de diviziune permanentă, și *țesuturi definitive* din celule diferențiate și specializate.

De asemenea, se pot deosebi *țesuturi simple,* alcătuite dintr-un singur tip de celule (parenchim, colenchim, sclerenchim) și *țesuturi complexe,* din două sau mai multe tipuri de celule (xilem, floem, epidermă).

Se acceptă că la plante țesuturile sunt organizate în unități mai mari, *sistemele de țesuturi.* Ele sunt în număr de trei: *sistemul protector* (epiderma și peridermul), *sistemul fundamental* (parenchimul, colenchimul și sclerenchimul) și *sistemul vascular* (xilemul și floemul).

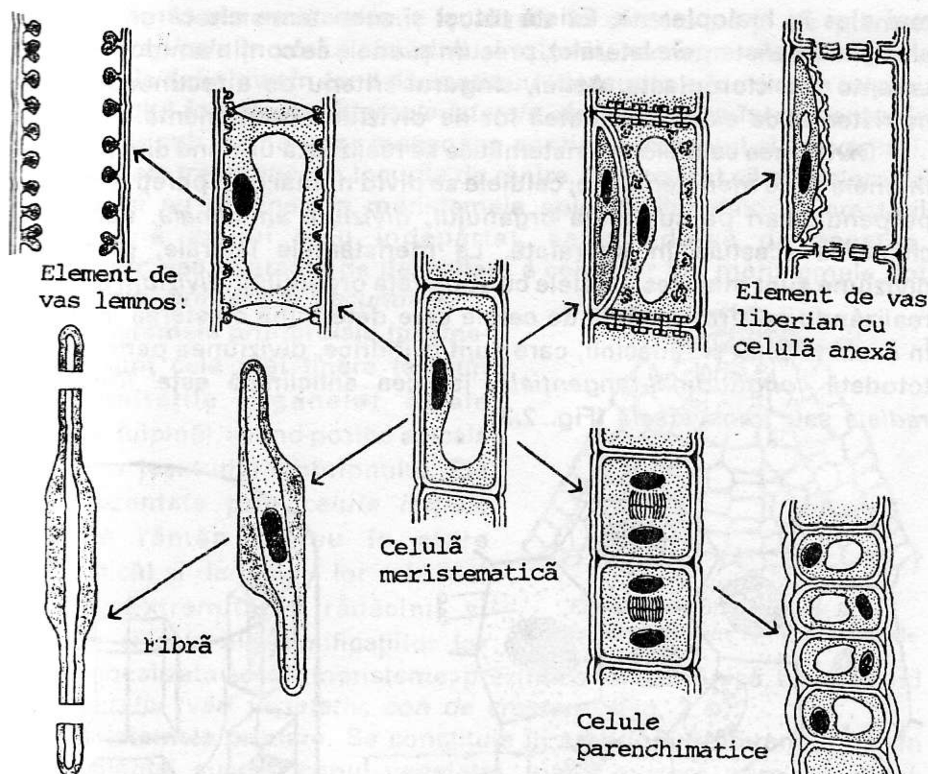


Fig. 2.1 — Schemă ilustrând câteva tipuri de celule ce pot rezulta prin diferențierea celulei meristematice (procambială sau cambială)

2.1. ȚESUTURI MERISTEMATICE

Sunt țesuturi tinere, cu caracter embrionar, având funcția de a produce noi celule ce se diferențiază, prin urmare meristemele au rol central în creștere.

În primele faze ale genezei embrionului toate celulele componente se divid la fel de intens. Evoluția ulterioară a embrionului duce la o restrângere a diviziunilor celulare și la o localizare a lor în anumite zone ale acestuia. Mai târziu, la plantulă, celulele active sub raport mitotic se constituie în țesuturi cantonate la extremitățile axelor, devenind meristeme.

Aceste țesuturi sunt alcătuite din celule mici, strâns unite între ele, bogate în citoplasmă, adesea cu o vacuolizare redusă și cu nucleu voluminos (Fig. 2.2). Pereții celulelor meristematice sunt subțiri, înlesnind afluxul substanțelor nutritive, necesare metabolismului lor extrem de activ. În majoritatea cazurilor, celulele meristematice sunt lipsite de substanțe ergastice, iar plastidele sunt în stadiul de proplastide. Cu microscopul electronic s-au evidențiat în citoplasmă mitocondrii, dictiozomi, reticul endoplasmic în continuitate cu membrana nucleară și numeroși ribozomi,

mai ales în hialoplasmă. Există totuși și meristeme ale căror celule sunt alungite (meristemele laterale), precum și unele ce conțin amidon, substanțe tanante sau cloroplaste. Astfel, singurul criteriu de a recunoaște celulele meristematice este capacitatea lor de diviziune permanentă.

Diviziunea celulelor meristematice se realizează urmând diverse planuri. În unele zone meristematice, celulele se divid numai prin pereți despărțitori, perpendiculari pe suprafața organului, *diviziuni anticlinale*, determinând creșterea acestuia în suprafață. La meristemele laterale, planurile de diviziune sunt mai ales paralele cu suprafața organului, *diviziuni periclinale*, realizându-se șiruri radiale de celule care determină creșterea în grosime. În cazul tulpinii și rădăcinii, care sunt cilindrice, diviziunea periclinală este totodată *longitudinal-tangențială*, iar cea anticlinală este *longitudinal-radială* sau *transversală* (Fig. 2.3).

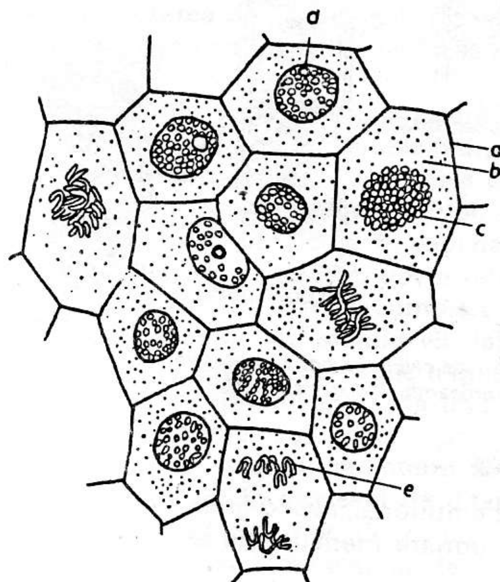


Fig. 2.2 — Meristem din vârful rădăcinii (secț. transv.): a - perete celular; b - citoplasmă; c - nucleu; d - nucleol; e - cromozomi (original)

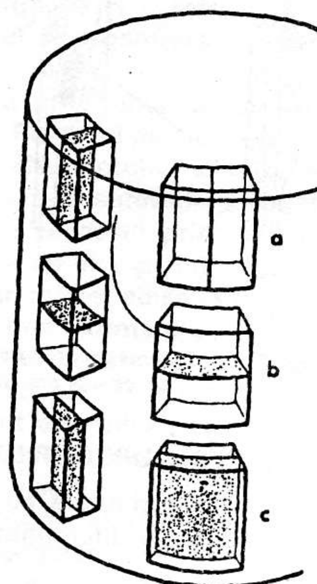


Fig. 2.3 — Reprezentarea schematică a planurilor de diviziune în celule meristematice: la diviziunea anticlinală (a - longitudinal-radiară și b - transversală) și c - periclinală (longitudinal tangențială)

Meristemele funcționează cu intermitență; în perioada de repaus sezonier activitatea lor se întrerupe. Capacitatea de diviziune a celulelor meristematice se poate menține pe tot parcursul vieții plantei sau poate fi limitată în timp (la felogen poate dura o perioadă scurtă, de la unul până la câțiva ani). La *Sequoia gigantea* și *Pinus aristata* celulele meristematice își pot păstra capacitatea de diviziune câteva mii de ani. Practic nu se poate deci vorbi de o îmbătrânire a celulelor meristematice.

Țesuturile meristematice sunt localizate în diferite părți ale plantei: *meristemele apicale* în vârful rădăcinii și tulpinii, *meristemele intercalare* între țesuturile definitive în mod discontinuu (deasupra nodurilor la tulpini, la baza limbului foliar), *meristemele laterale,* de asemenea între țesuturile definitive, dar sub forma unor manșoane continue (cambiul și felogenul), iar *meristemele traumatice* în locurile de rănire. De precizat că meristemele intercalare își au originea în meristemele apicale, dar datorită creșterii în lungime a axului s-au îndepărtat, separându-se de acestea.

După originea și gradul de dezvoltare a celulelor lor, meristemele pot fi *primordiale, primare* și *secundare.*

A. **Meristemele primordiale (promeristeme).** Sunt cele mai tinere țesuturi din extremitățile organelor axiale (rădăcină și tulpină), având poziție apicală și origine în țesuturile embrionului. Ele sunt reprezentate prin *celule inițiale* (celule ce rămân mereu în stare meristematică) și derivatele lor cele mai apropiate. Extremitățile rădăcinii și tulpinii, ca și cele ale ramificațiilor lor unde sunt localizate aceste meristeme, prezintă o formă conică, constituind *conul vegetativ (vârf vegetativ, con de creștere)* (Fig. 2.4.).

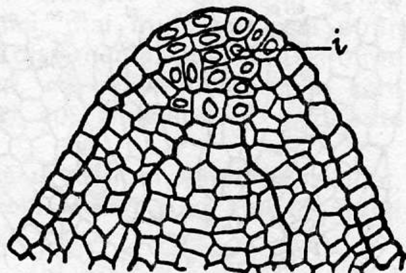


Fig. 2.4 — Con vegetativ la Sequoia sempervirens: i - celule inițiale

B. **Meristemele primare.** Se constituie în embrionul diferențiat, iar în organele plantei succed conul vegetativ, luând naștere prin activitatea meristemelor primordiale, doar în cazul meristemelor intercalare aflându-se separate de promeristeme, intercalate între țesuturile definitive. Fiind țesuturi parțial diferențiate ca formă și dimensiuni ale celulelor, ele mai poartă numele și de *semimeristeme.* H a b e r l a n d t (1884) distinge în cadrul acestora *protoderma, procambiul* și *meristemul fundamental,* care vor genera țesuturile definitive primare ale rădăcinii și tulpinii.

Protoderma este reprezentată printr-un strat periferic de celule ce se divid numai anticlinal (planul de diviziune este perpendicular pe suprafața organului), după care are loc diferențierea în rizodermă și respectiv epidermă.

Meristemul fundamental cuprinde cea mai mare parte a zonei apicale, fiind constituit din celule ce se divid atât periclinal (planul de diviziune este paralel cu suprafața organului) cât și anticlinal, formând țesuturile definitive fundamentale (scoarță, măduvă, raze medulare).

Procambiul se individualizează sub forme de cordoane (șuvițe) de celule alungite, incluse în masa meristemului fundamental. Prin activitatea procambiului se formează țesuturile definitive prozenchimatice (conducătoare și mecanice) ale cilindrului central.

H a n s t e i n (1860) a evidențiat în zona apicală a rădăcinii unor plante prezența a trei foițe histogene (Fig. 2.5) pe care le-a numit: *dermatogen* (care ar genera rizoderma), *periblem* (din care s-ar forma scoarța) și

plerom (din care s-ar naște cilindrul central). Unii autori consideră foițele histogene analoage meristemelor primare, și, în acest caz, dermatogenul ar corespunde protodermei, periblemul părții periferice a meristemului fundamental, iar pleromul părții centrale a meristemului fundamental și procambiului.

Meristemele primordiale și primare, fiind meristeme apicale, prin activitata lor determină creșterea în lungime a organelor.

C. **Meristemele secundare.** Iau naștere mai adesea din țesuturi definitive ale căror celule redobândesc proprietatea de a se divide *(capacitate*

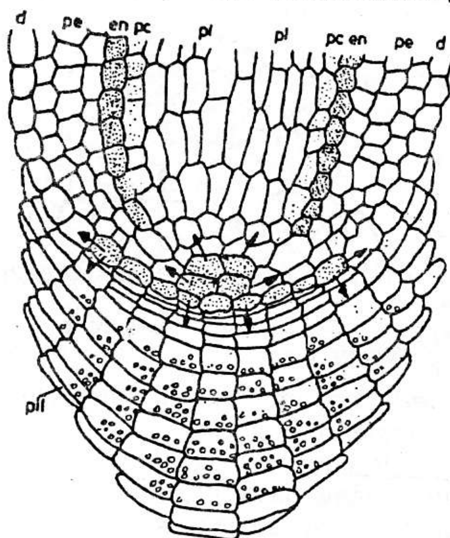


Fig. 2.5 — Formarea foițelor histogene la rădăcină: d - dermatogen; pe - periblem; pl - plerom; pc - periciclu; en - endoderm; pil-piloriză

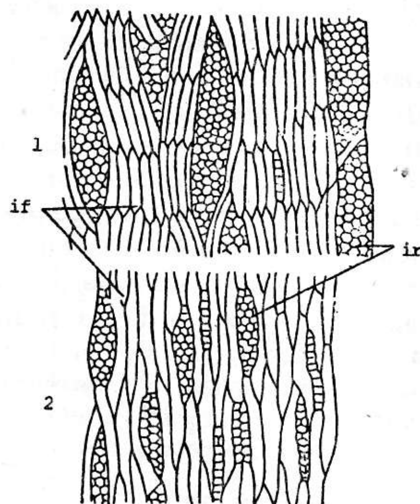


Fig. 2.7 — Secțiune tangențială prin cambiul etajat la salcâm (1) și prin cambiul neetajat la frasin (2); if - inițiale fusiforme; ir - inițiale de rază

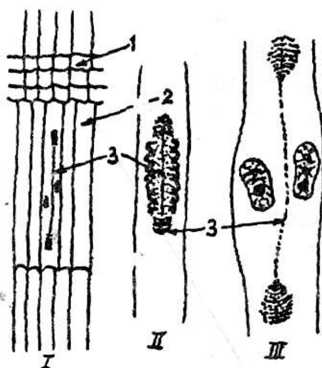


Fig. 2.6 — Celule cambiale: I - în secțiune radiară; II, III - formarea fragmoplastului; 1 - inițiale de rază; 2 - inițiale fusiforme; 3 - fragmoplast

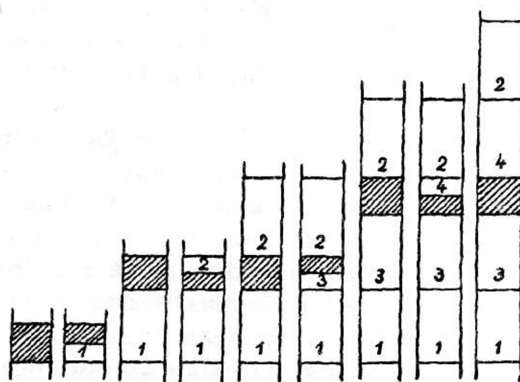


Fig. 2.8 — Diviziunea bipleurică a celulei cambiale (schemă): 1, 3 - celule ce vor forma xilem; 2, 4 - celule ce vor deveni floem

de dediferențiere). Aici aparțin *cambiul* (cambiul vascular) și *felogenul* (cambiul de suber), meristeme care la gimnosperme și dicotiledonate (mai ales la cele lemnoase) determină creșterea în grosime la rădăcină și tulpină. La unele plante, cambiul tulpinii provine parțial sau în totalitate direct din procambiu.

C_1. *Cambiul.* Formează obișnuit un strat neîntrerupt, sub forma unui manșon în lungul organului, iar în secțiune transversală apare ca un inel; se poate întâlni și sub forma unor benzi (în secțiune, arcuri) localizate între floemul și xilemul tulpinii unor plante ierboase sau chiar în frunze.

Celulele cambiale sunt de două feluri: alungite și turtite în sensul axului organului *(inițiale fuziforme)* și mici, mai mult sau mai puțin izodiametrice *(inițiale de rază)* (Fig. 2.6). După dispunerea inițialelor fuziforme se pot distinge: cambiu etajat *(stratificat),* cu celule dispuse în serii orizontale, și *cambiu neetajat (nestratificat),* cu celulele aflate la diferite niveluri (Fig. 2.7).

Celulele cambiale la unele plante prezintă un vacuom puternic dezvoltat, iar pereții lor au punctuațiuni simple; pereții radiari sunt mai îngroșați decât cei tangențiali.

Cambiul activează bipleuric, formând prin diviziunea tangențială a inițialelor fuziforme, spre interior elemente lemnoase secundare (vase lemnoase, fibre libriforme și parenchim lemnos), iar spre exterior elemente liberiene secundare (vase liberiene, fibre liberiene și parenchim liberian), ambele diferențiindu-se radiar. Inițialele de rază generează razele medulare. În urma fiecărei diviziuni, una din celule rămâne meristematică, iar cealaltă se alipește alternativ de straturile interne și respectiv de cele externe (Fig. 2.8).

Rareori se întâmplă să se producă prin diviziunea cambiului și prin diferențiere, în mod regulat, o celulă de lemn (xilem) și una de liber (floem) (Fig. 2.9). De obicei, la plantele lemnoase cambiul generează mai mult lemn decât liber, proporția aproximativă fiind 3/1 la gimnosperme și 10/1 la angiosperme.

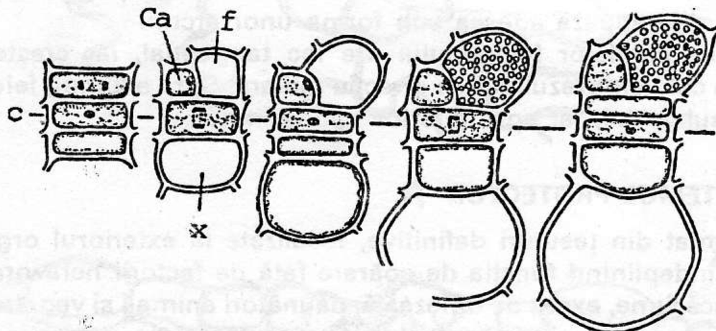


Fig. 2.9 — Diferențierea celulelor provenite din inițialele cambiale (secț. transv.):
c - cambiu; f - element de tub ciuruit; Ca - celulă anexă; x - element traheal

Pe măsura măririi diametrului ca urmare a depunerii lemnului (xilemului) secundar, cambiul își lărgește circumferința prin diviziuni radiare *(dilatația cambială).* La dicotiledonate seriile de celule tinere formate rămân suprapuse regulat în direcția razei. La gimnosperme pereții radiali ai

celulelor cambiale pot avea o poziție înclinată, ceea ce determină o subțiere și alunecare laterală a lor una peste alta. În acest caz celulele vecine ale cambiului se suprapun neregulat, așa-numita *creștere prin alunecare*. Așa cum s-a arătat, cambiul este unistrat; în secțiune se evidențiază însă o *zonă cambială*, prin aceea că inițialele cambiale și produsele lor de diviziune recentă (nediferențiate) sunt asemănătoare. Derivatele rezultate din inițialele cambiale se pot diviza și ele (în unele cazuri de mai multe ori) înainte de a se forma floemul și xilemul.

Deși masa de celule parenchimatice ale țesutului de cicatrizare (calusului) poate fi generată și prin diviziunea celulelor scoarței, razelor medulare și a celor ale parenchimului liberian, țesuturile care au rolul cel mai activ în acest proces sunt cambiul vascular și felogenul. Prin activitatea celui dintâi va rezulta un calus din care se generează țesuturi vasculare secundare conectate la părțile nevătămate, iar celulele externe se suberifică, transformându-se într-un țesut de protecție acoperind rana. Când prin rănire este distrusă și zona cambială, celulele sale pot fi regenerate din celulele xilemice tinere, încă nediferențiate.

Capacitatea cambiului de a forma calus intervine în fuzionarea portaltoiului cu altoiul. După ce se realizează o continuitate în zona de racordare, prin diferențierea calusului la portaltoi, cambiul generează țesuturi vasculare printr-o activitate normală. În situația de incompatibilitate a altoiului cu portaltoiul, nu se va ajunge la o fuzionare a cambiilor lor.

C_2. *Felogenul*. Se poate forma din celulele epidermei, ale scoarței, ale periciclului ori chiar din cele ale zonei liberiene. Celulele sale, de formă prismatică, prezintă vacuole, uneori și cloroplaste. În cursul vieții unei plante lemnoase pot apărea succesiv mai multe straturi de felogen cu activitate limitată în timp. În acest caz, felogenul nou format se localizează spre interiorul organului, dedesubtul celui ce și-a încheiat activitatea. În organele mai tinere, felogenul are aspectul unui manșon, iar în organele vârstnice se diferențiază adesea sub forma unor arcuri.

Diviziunea celulelor felogenului are loc tangențial, iar creșterea și diferențierea celulelor rezultate, în direcție radiară. Spre exterior, felogenul dă naștere suberului, iar spre interior felodermului.

2.2. SISTEMUL PROTECTOR

Este format din țesuturi definitive, localizate la exteriorul organelor plantelor și îndeplinind funcția de apărare față de factorii nefavorabili ai mediului (uscăciune, exces de umezeală, dăunători animali și vegetali etc.). În raport cu originea și natura celulelor, țesuturile de protecție pot fi *primare* și *secundare*.

A. Țesuturi de protecție primare

Din această categorie fac parte *epiderma* și *cutisul (exoderma)*.

a. *Epiderma* ia naștere din protodermă și se localizează la exteriorul organelor plantelor superioare: tulpină (până la formarea structurii secundare), frunză și părți florale. La rădăcina primară țesutul învelitor,

rizoderma, este deosebit de cel al organelor aeriene, mai ales sub raport structural și funcțional. Totuși, există tendința de a extinde termenul de epidermă și pentru rizodermă, ținând cont atât de numeroasele forme de trecere ale stratului periferic de la organele aeriene spre cele subterane, cât și de similaritatea și continuitatea acestor organe ale plantei.

În cele mai multe cazuri epiderma este alcătuită dintr-un singur strat de celule strâns unite între ele, de formă tabulară sau poliedrică. Pereții externi sunt îngroșați, iar cei laterali mai subțiri, celulozici, cu ondulații sinuoase (Fig. 2.10), prin care se articulează celulele între ele și dau epidermei rezistență sporită.

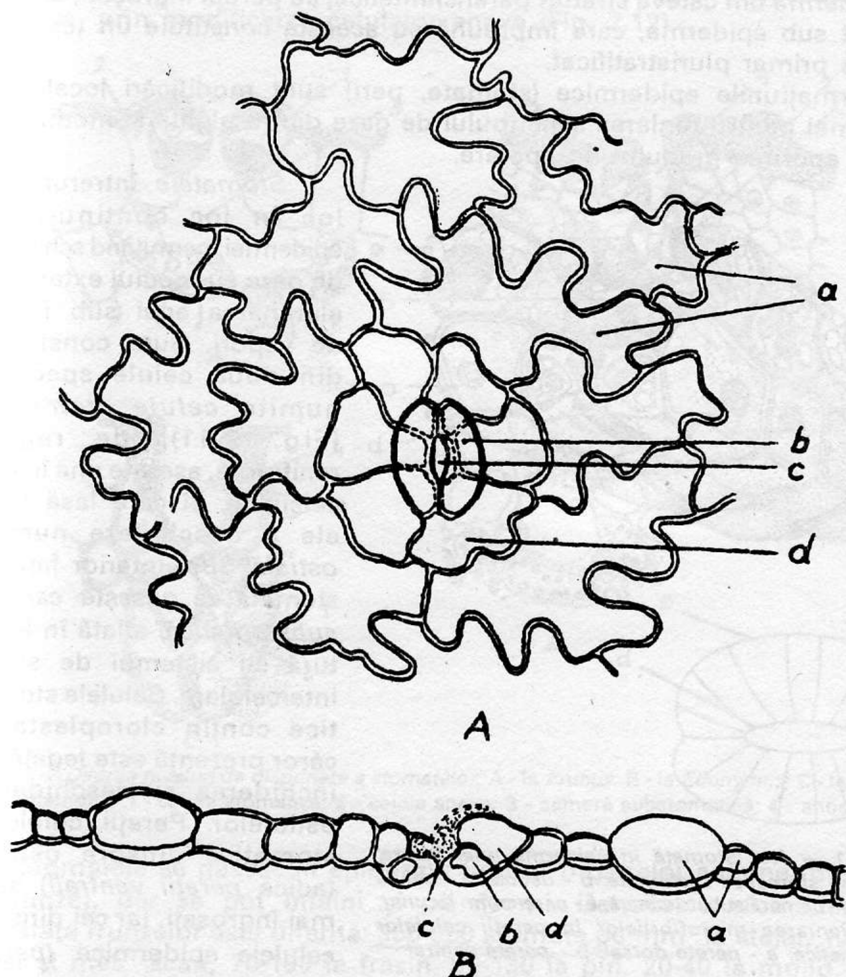


Fig. 2.10 — Epiderma frunzei la Fagus sylvatica: văzută din față (A) și în secțiune (B): a - celule epidermice; b - celulă stomatică; c - ostiolă; d - celulă anexă (original)

Pereții externi ai celulelor epidermice sunt de regulă cutinizați și acoperiți cu o *cuticulă*, impermeabili pentru apă și gaze; la unele plante se pot mineraliza sau cerifica (vezi pag. 32). Celulele epidermice sunt vii, conțin protoplasmă dispusă periferic, datorită prezenței unei vacuole dezvoltate. În general sunt lipsite de cloroplaste, excepție fac plantele de umbră, unele plante de apă etc.

La unele plante *(Ficus, Nerium)* epiderma este formată dintr-un număr mai mare de straturi de celule *(epidermă multistratată)*, provenite prin diviziuni periclinale ale protodermei sau chiar prin diviziuni ale celulelor epidermei.

Numeroase plante prezintă în tulpină (unele conifere chiar în frunze) o *hipodermă* din câteva straturi parenchimatice, cu pereții îngroșați, situate imediat sub epidermă, care împreună cu aceasta constituie un țesut de apărare primar pluristratificat.

Formațiunile epidermice (stomate, peri) sunt modificări locale ale epidermei pentru reglarea schimbului de gaze dintre plantă și mediu sau pentru sporirea gradului de apărare.

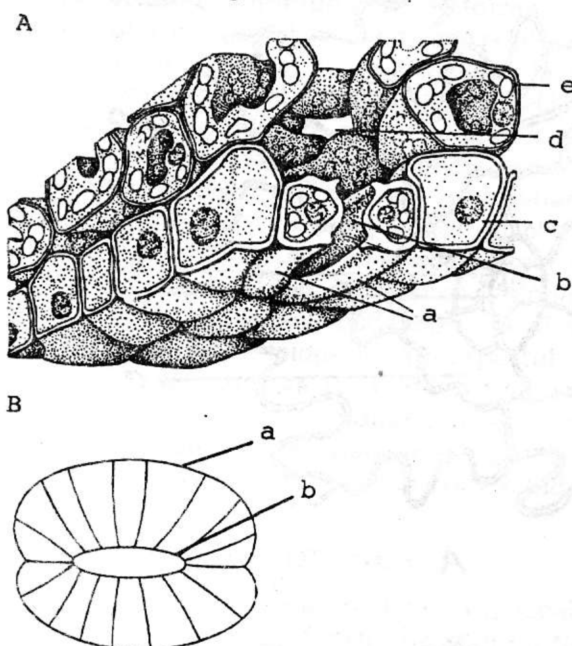


Fig. 2.11 — A - Stomată în epiderma unei frunze: a - celule stomatice secționate; b - ostiolă; c - celule anexe; d - cameră substomatică; e - parenchim lacunar; B - Orientarea microfibrilelor în pereții celulelor stomatice: a - perete dorsal; b - perete ventral

Stomatele întrerup din loc în loc continuitatea epidermei, permițând schimbul de gaze cu mediul exterior și eliminarea apei sub formă de vapori. Sunt constituite din două celule speciale, numite *celule stomatice* (Fig. 2.11), de regulă reniforme, așezate una în fața celeilalte, și care lasă între ele o deschidere numită *ostiolă*. Spre interior față de stomată se găsește *camera substomatică*, aflată în legătură cu sistemul de spații intercelulare. Celulele stomatice conțin cloroplaste, a căror prezență este legată de închiderea și deschiderea ostiolelor. Pereții celulelor stomatice dinspre ostiolă (adică *pereții ventrali*) sunt mai îngroșați, iar cei dinspre celulele epidermice *(pereții dorsali)* sunt comparativ mai subțiri, fapt ce are implicații în mecanismul închiderii și deschiderii stomatelor. Cercetările electronomicroscopice au evidențiat că și prin așezarea microfibrilelor în pereții lor, celulele stomatice diferă de celulele anexe. Astfel, în timp ce în celulele stomatice dispunerea

este radiară (Fig. 2.11 B), de mare eficiență în regiajul stomatic al diametrului ostiolei, în celulele anexe microfibrilele sunt orientate paralel cu axa longitudinală a acestora. În vecinătatea celulelor stomatice se găsesc *celule anexe,* deosebite ca formă. Ele contribuie la realizarea mișcărilor stomatice și, când celulele stomatice sunt adâncite în țesuturile frunzei, la protecția lor.

La unele stomate se diferențiază din pereți proeminențe, în secțiune cu aspecte de ciocuri (Fig. 2.12 A), care delimitează deasupra ostiolei o *anticameră (atriu exterior).* Alteori, în special la plante xerofite, la constituirea anticamerei participă în mare măsură și celule anexe (Fig. 2.12 B).

Celulele stomatice iau naștere prin diviziunea și diferențierea ulterioară a unor celule din protodermă sau epiderma tânără. Nivelul lor de dispunere poate fi același cu cel al celulelor epidermei, sub nivelul lor sau deasupra acestora, prin modificarea celulelor anexe (Fig. 2.12).

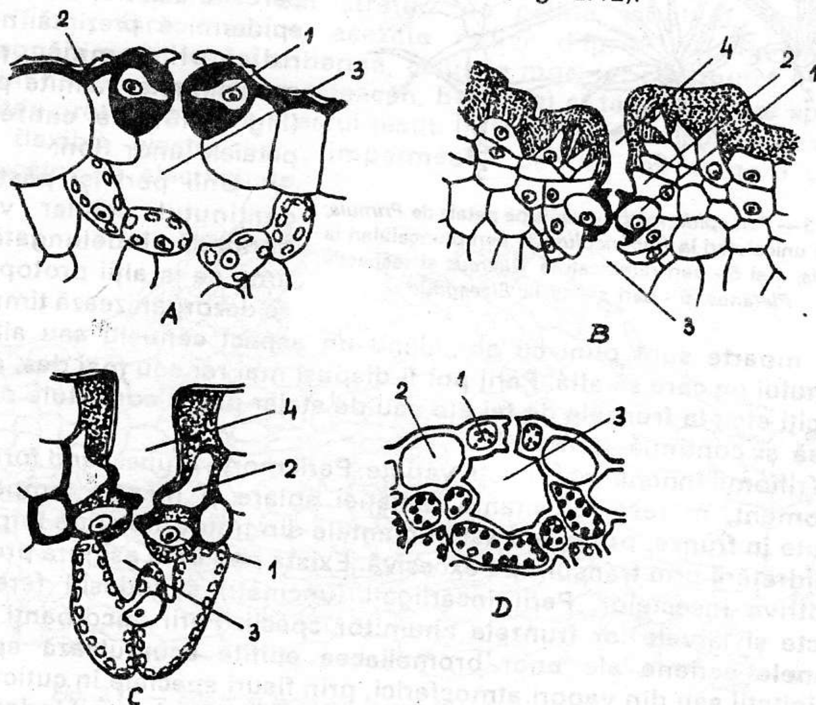


Fig. 2.12 — Diferite niveluri de dispunere a stomatelor: A - la *Prunus;* B - la *Euonymus;* C - la *Pyrus;* D - la *Anemone;* 1 - celule stomatice; 2 - celule anexe; 3 - cameră substomatică; 4 - anticameră

Stomatele se găsesc în epiderma tuturor organelor aeriene (mai ales în frunze), dar se pot întâlni și pe rizomi. Densitatea stomatelor pe suprafața frunzelor este diferită: 350-500 stomate pe mm^2 la stejar, 100-150 la tei și mesteacăn, 70-100 la frasin, 90-130 la pin, 20-40 la molid, 48 la dud, 1.200 la cununiță și 115 la plop negru și tisă. La majoritatea foioaselor, stomatele sunt așezate pe fața inferioară a frunzelor, pe când la rășinoase se pot găsi atât pe fața inferioară cât și pe cea superioară, dispuse mai adesea în șiruri paralele.

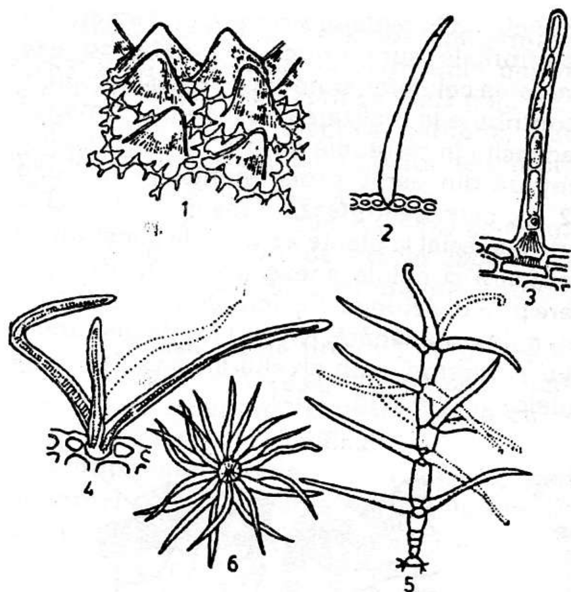


Fig. 2.13 — Peri epidermici: 1 - papile pe petale de *Primula;* 2 - peri unicelulari la *Ranunculus; 3* - peri pluricelulari la *Stellaria;* 4 și 5 - peri ramificați la *Quercus* și respectiv *Platanus;* 6 - peri stelați la *Elaeagnus*

Perii sau trihomii se deosebesc după formă, structură și funcția ce o îndeplinesc. Pot fi unicelulari sau pluricelulari. Primii se formează numai prin prelungirea unor celule epidermice, ceilalți prin întinderea și diviziunea ulterioară a celulelor. Atât perii unicelulari cât și cei pluricelulari pot fi simpli sau ramificați (Fig. 2.13). În unele cazuri, peretele exterior al celulelor epidermice prezintă numai ridicături mai puțin proeminente, numite papile (Fig. 2.13), ce catifelează petalele unor flori.

Unii peri își păstrează conținutul celular viu o perioadă îndelungată, în timp ce la alții protoplastul se dezorganizează timpuriu. După moarte sunt plini cu aer, dând un aspect cenușiu sau albicios organului pe care se află. Perii pot fi dispuși mai rar sau mai des, alipiți, încâlciți etc.; la frunzele de tei alb sau de stejar pufos constituie o pâslă groasă și continuă *(toment).*

Trihomii îndeplinesc funcții variate. Perii morți, atunci când formează un toment, măresc reflectanța radiației solare și mențin temperaturi scăzute în frunze, protejând astfel plantele din ținuturile aride împotriva deshidratării prin transpirație excesivă. Există peri care asigură protecție împotriva insectelor. Perii încârligați (uncinați) și îndesiți feresc de insecte și larvele lor frunzele anumitor specii. Perii absorbanți de pe organele aeriene ale unor bromeliacee epifite acumulează apă din precipitații sau din vapori atmosferici, prin fisuri speciale în cuticulă. De asemenea, perii radicelari ai epidermei rădăcinii (rizodermei) îndeplinesc rol de absorbție a apei și a elementelor minerale (perișori absorbanți). Unii peri epidermici îndeplinesc funcții legate de secreția anumitor substanțe (peri glandulari, peri secretori), asupra acestora se vor face referiri largi la prezentarea țesuturilor secretoare.

Formațiunile epidermice la a căror geneză participă și unele straturi de celule subepidermice poartă numele de *emergențe.* Asemenea formațiuni sunt spinii la măceș și la mur, precum și tentaculele frunzelor de roua cerului *(Drosera).*

b. *Cutisul (exoderma)* este constituit din stratul sau straturile scoarței primare a rădăcinii subiacente rizodermei, cu celule parțial specializate

pentru îndeplinirea (după dezorganizarea rizodermei) funcției de protecție. În legătură cu aceasta, celulele exodermei sunt vii, poliedrice, cu pereții ușor suberificați. Când pereții sunt complet suberificați ele se mortifică la maturitate. În acest caz rămân în teaca exodermei și celule cu pereți subțiri (celule de pasaj). Protecția pe care o asigură cutisul este împotriva pierderii de apă din rădăcină spre sol, precum și împotriva atacului unor microorganisme.

B. Țesuturi de protecție secundare

Se întâlnesc mai ales la plantele lemnoase, înlocuind țesuturile de apărare primare, care se exfoliază pe măsura îngroșării secundare a rădăcinii și tulpinii. Sunt reprezentate prin țesuturile *peridermului* (suber, feloderm).

a. *Suberul* este un țesut protector care ia naștere prin activitatea felogenului, constituit din straturi de celule tabulare, cu pereți suberificați, fără meaturi, așezate radiar (Fig. 2.14). Pe măsura impregnării pereților cu suberină, celulele mor, iar conținutul lor este înlocuit cu aer, rășini (la mesteacăn, betulina) și taninuri, care sporesc calitățile protectoare ale acestui țesut. În totalitatea sa, suberul este un țesut flexibil, elastic, ușor, impermeabil pentru apă și gaze și rău conducător de electricitate.

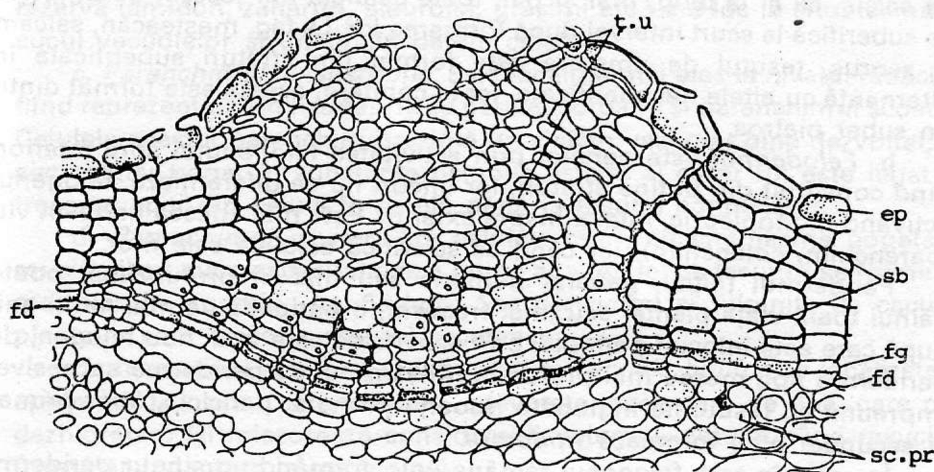


Fig. 2.14 — Suber și lenticelă la soc (Sambucus): ep - epidermă; sb - suber; fg - felogen; fd - feloderm; țu - țesut de umplere; sc. pr - scoarță primară

La plantele la care felogenul, prin activitatea sa, ține pas cu creșterea în grosime, suberul învelește perfect organele respective. La salba moale *(Euonymus europaea)* suberul are o așezare regulată, formând patru muchii simetrice în lungul tulpinii și ramurilor. Jugastrul *(Acer campestre)* și ulmul de câmp *(Ulmus minor)* formează pe lujeri un suber ce crapă de timpuriu, cu aspect de brazde longitudinale neregulate. Ramurile tinere de mesteacăn prezintă un suber de culoare brun roșcată (celulele conțin betulină); cu vârsta, acesta devine albicios (celulele conțin aer) putându-se desprinde în fâșii transversale.

În raport cu topografia felogenului, primul suber poate lua naştere în partea periferică a organelor primare, la salcâm, glădiţă şi dracilă se formează în straturile mai profunde ale scoarţei, iar la agriş *(Ribes)* poate apărea în cilindrul central.

Grosimea şi aspectul zonei suberoase sunt diferite, în funcţie de specie şi vârsta plantei. La stejarul de plută *(Quercus suber)* suberul, alcătuit din numeroase straturi suprapuse, este elastic şi flexibil, formând aşa-numitul *suber moale,* care are diferite utilizări. Stejarul, salcia, pinul, laricele etc. formează o zonă suberoasă mai dură *(suber tare),* datorită numeroaselor celule pietroase.

Suberul, fiind un ţesut impermeabil, nu permite realizarea schimburilor (gaze, apă etc.) între plantă şi mediu; funcţia de schimb este preluată de unele discontinuităţi locale numite *lenticele* (Fig. 2.14). Ele iau naştere în suber printr-o activitate mai accentuată a felogenului în anumite zone, unde produce spre exterior un ţesut afânat numit *ţesut de umplere,* care împinge în afară straturile de deasupra, rupându-le.

La soc (Fig. 2.14), ca şi la frasin, tei pucios şi stejar, felogenul lenticelelor produce mai întâi un ţesut de umplere cu celule ce nu se suberifică, având şi numeroase spaţii intercelulare, iar la sfârşitul perioadei de vegetaţie câteva straturi de celule mai compacte, cu pereţii suberificaţi. La salcie, ca şi la plop, măr şi păr, toate celulele din ţesutul de umplere se suberifică la scurt interval după formarea lor. La fag, mesteacăn, salcâm şi scoruş, ţesutul de umplere este format din straturi suberificate în alternanţă cu altele nesuberificate, iar la conifere, acesta este format dintr-un suber pietros.

b. *Felodermul* este generat prin activitatea felogenului spre interior, fiind constituit din puţine straturi, iar uneori nu se diferenţiază, felogenul activând monopleuric, numai înspre exterior. Este mai adesea un ţesut viu (parenchim, colenchim), iar când se sclerifică celulele sale mor.

Peridermul iniţial, generat periferic sau mai în profunzime, poate dăinui toată viaţa plantei sau, mai frecvent, o perioadă de mai mulţi ani, după care este înlocuit periodic, prin activitatea câte unui nou felogen, de periderme noi, mereu mai profunde. Ansamblul de periderme succesive, împreună cu ţesuturile înglobate (scoarţă primară, periciclu, liber primar şi secundar etc.) formează *ritidomul.*

În cazul în care felogenul rămâne unic, formând un singur periderm, planta este lipsită de ritidom.

2.3. SISTEMUL FUNDAMENTAL

A. Parenchimul

Are o largă răspândire în organele plantelor, îndeplinind mai ales funcţii de nutriţie. Parenchimul organelor cu structură primară (cel al scoarţei, măduvei, razelor medulare, ţesuturilor asimilatoare din frunze, ţesuturilor de depozitare din fructe şi seminţe ş.a.) este generat de meristemul fundamental, iar parenchimul din ţesuturile vasculare se diferenţiază din procambiu sau cambiu.

Parenchimul este alcătuit din celule izodiametrice, obişnuit vii la maturitate, cu pereţi primari, astfel că îşi menţin capacitatea de diviziune, putând juca un rol important în regenerare (formează rădăcini adventive la butaşi) şi în cicatrizarea rănilor. Unele celule parenchimatice pot avea însă şi pereţi secundari.

În raport cu funcţiile pe care le îndeplinesc, se deosebesc următoarele categorii de parenchim: *asimilator, de depozitare, de absorbţie, acvifer* şi *aerifer.*

a. *Parenchimul asimilator (clorofilian, clorenchim).* Îndeplineşte funcţia de fotosinteză, caracterizându-se printr-un conţinut bogat de cloroplaste. Este situat totdeauna în regiunile periferice ale organelor aeriene, imediat sub epidermă, deoarece activitatea lui este strâns legată de prezenţa luminii. Ţesuturi asimilatoare se pot întâlni în scoarţa tulpinii, în unele rădăcini aeriene, dar mai ales în frunze, unde au o mare dezvoltare şi îmbracă diverse forme (vezi pag. 117 şi 119).

b. *Parenchimul de depozitare (de rezervă).* Este format din celule parenchimatice lipsite de cloroplaste, cu pereţii obişnuit neîngroşaţi, cu conţinut citoplasmatic şi frecvent vacuole dezvoltate. La plantele lemnoase, din acestă categorie fac parte scoarţa, parenchimul liberian şi cel lemnos, măduva, ţesuturile din seminţe şi fructe. Depozitarea substanţelor de rezervă (amidon, zaharuri, aleuronă, grăsimi etc.) are loc în citoplasmă, în sucul vacuolelor şi uneori în pereţii celulari.

c. *Parenchimul de absorbţie.* Este localizat mai ales la nivelul rădăcinii, fiind reprezentat prin rizodermă cu perii absorbanţi şi parenchimul scoarţei. Celulele acestui parenchim prezintă un sistem vacuolar bine dezvoltat, cu suc celular bogat în substanţe osmotic active, al căror rol este legat de trecerea apei din celulă în celulă până la ţesutul conducător.

d. *Parenchimul acvifer.* Are celulele mari, cu citoplasma bogată în mucilagii cu mare capacitate de a reţine apa. Astfel de ţesuturi se formează mai ales în frunzele (la *Sedum, Sempervivum*) şi tulpinile (la cactuşi) plantelor care cresc în regiuni secetoase.

Ca formaţiuni acvifere, menţionăm şi *celulele buliforme* localizate în epiderma frunzelor de graminee, adevărate rezervoare de apă, care prin dezhidratare îşi micşorează considerabil volumul, determinând răsucirea frunzelor (adaptare la uscăciune).

e. *Parenchimul aerifer (aerenchimul).* Este alcătuit din celule (adesea de formă stelată), între ele cu spaţii mari (lacune) pline cu aerul necesar proceselor metabolice ori menţinerii în poziţie verticală a organelor plantelor de apă. La speciile natante se realizează şi menţinerea la suprafaţa apei, prin micşorarea greutăţii plantei.

O categorie specială de celule parenchimatice o constituie *celulele de transfer,* care prezintă invaginări ale peretelui celular mărind astfel mult suprafaţa membranei plasmatice. Se consideră că deţin un rol important în transferul soluţiilor pe distanţă scurtă, astfel că se găsesc frecvent în zonele cu fluxuri intensive de absorbţie şi secreţia prin plasmalemă.

Celulele parenchimatice de transfer sunt bine reprezentate în întreg corpul plantei: asociate cu xilemul și floemul din ramificațiile cele mai fine ale nervurilor din cotiledoane și frunze, atașate floemului și xilemului fasciculelor din zona nodurilor (în urmele foliare), cuprinse în structurile reproducătoare din floare (placente, endosperm, sac embrionar), în nectarine și în glandele plantelor carnivore. Geneza lor poate fi indusă și prin acțiunea unor paraziți, care probabil își înlesnesc în felul acesta preluarea unor substanțe hrănitoare.

B. Colenchimul

La fel cu parenchimul, cu care se aseamănă prin unele caracteristici, colenchimul este un țesut simplu. Se constituie sub forma unor benzi sau ca manșoane cilindrice, mai adesea sub epiderma tulpinii și pețiolului frunzei; de asemenea este întâlnit în jurul nervurilor din frunzele plantelor dicotiledonate etc. Muchiile tulpinii unor *Lamiaceae* sau *Solanaceae* sunt formate din benzi de colenchim.

Celulele colenchimului sunt vii, conțin adesea și cloroplaste, iar pereții lor sunt primari, cu îngroșări neuniforme din celuloză și substanțe pectice. Se întâlnesc mai ales în organele tinere, în creștere, și favorizează mărirea acestora în suprafață și grosime, prin capacitatea de elongație a pereților.

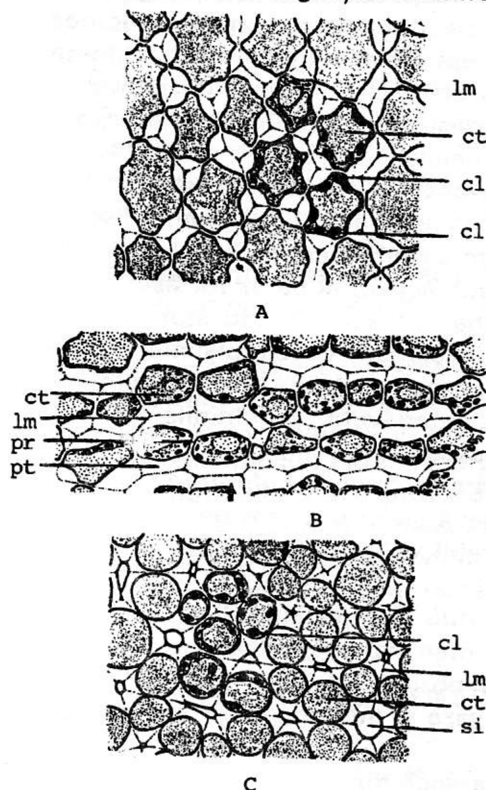


Fig. 2.15 — Tipuri de colenchim: A - angular la *Cucurbita;* B - tabular la *Sambucus;* C - afânat (poros) la *Petasites;* lm - lamela mijlocie; pr - perete radiar; pt - perete tangențial; ct - citoplasmă; cl - cloroplaste; si - spațiu intercelular

Numele acestui țesut derivă de la grecescul *„colla"* (clei), care se referă la caracteristica pereților îngroșați, cu aspect translucid asemănător cleiului secretat de plante.

Colenchimul este aproape exclusiv de origine primară, generat de meristeme fundamentale sau de procambiu. Este un țesut flexibil, prezentând rezistență ridicată la întindere, are plasticitate mare, însă elasticitatea este redusă.

După modul de îngroșare a pereților se deosebesc următoarele tipuri de colenchim (Fig. 2.15): *angular,* cu pereții îngroșați la colțul celulelor (de-a lungul unghiurilor), *tabular* sau *tangențial,* la care numai pereții tangențiali ai celulelor sunt îngroșați, și *afânat* sau *poros,* cu spații intercelulare dezvoltate.

C. Sclerenchimul

Este un țesut simplu din celule cu pereții îngroșați uniform, mai adesea lignificați. Spre deosebire de colenchim, celulele sale au și pereți secundari și în mod obișnuit sunt lipsite de protoplast la maturitate. Sclerenchimul are elasticitate și flexibilitate ridicate. Denumirea de sclerenchim este provenită de la grecescul *„skleros"*=tare, în legătură cu duritatea pereților secundari ai celulelor sale.

Se întâlnește în organele plantelor care și-au încheiat în totalitate creșterea, atât sub formă de cordoane izolate sau cilindri, cât și în jurul fasciculelor conducătoare (ca teci sau calote) și în floemul și xilemul din structura primară și cea secundară.

Ținând seama de originea sa, sclerenchimul poate fi *primar*, generat de procambiu, periciclu sau meristemul fundamental, ori *secundar*, rezultat din activitatea cambiului.

În raport cu forma și dimensiunile celulelor, sclerenchimul poate fi *fibros* și *scleros* (sclereide).

a. *Sclerenchimul fibros* (Fig. 2.16) este constituit din celule prozenchimatice ascuțite la capete, cu pereții impregnați cu lignină sau rămași (*fibre xilematice*) sau în afara acestuia (*fibre extraxilematice*).

a_1. *Fibrele xilematice* se caracterizează prin pereți lignificați, fiind și ele la rândul lor de mai multe categorii: *fibre lemnoase propriu-zise (libriforme), fibre traheidale, fibre septate* și *pseudofibre*.

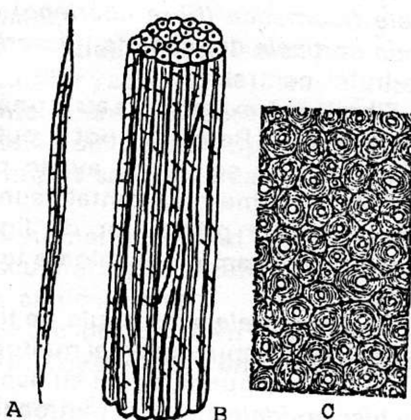


Fig. 2.16 — Sclerenchim fibros: A - fibră izolată; B - mănunchi de fibre; C - fibre în secț. transv.

Fibrele lemnoase (libriforme) au pereții prevăzuți cu punctuațiuni mici, în formă de butonieră (Fig. 2.17). Numele de „libriforme" este datorat

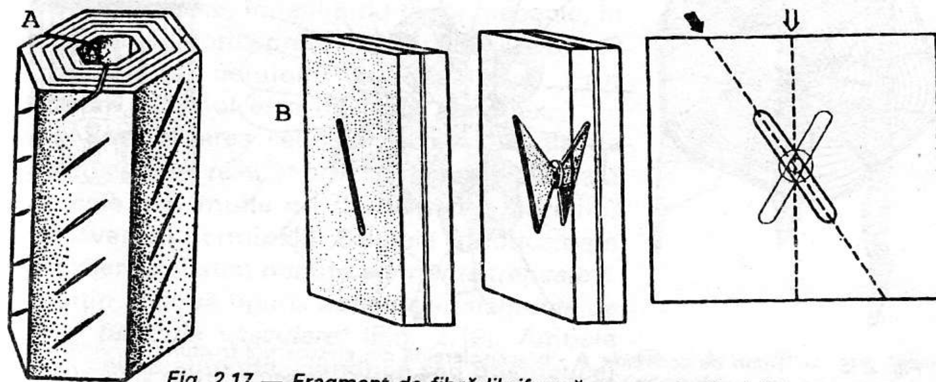


Fig. 2.17 — Fragment de fibră libriformă cu punctuațiuni (A) și pereche de punctuațiuni oblice cu proiecția lor (B)

asemănării accentuate cu fibrele liberiene. Sunt bine reprezentate în xilemul secundar al arborilor, dispuse izolat sau grupate în mod caracteristic pentru diferite specii. Plantele lemnoase cu lemn dur și rezistent (corn, stejar, carpen) sunt bogate în fibre libriforme.

Fibrele traheidale (fibrotraheide) au punctuațiuni tipic areolate și caractere intermediare între traheide și fibrele libriforme. Sub raport filogenetic ele au evoluat treptat din traheide, întâlnindu-se la cele mai evoluate dintre gimnosperme (*Gnetatae*) și la angiospermele primitive (*Magnoliales, Hammamelidales*).

Fibrele septate se întâlnesc mai frecvent la plante ierboase și au spațiul intern fragmentat prin pereții transversali nelignificați. Când celulele astfel delimitate rămân vii, ele se numesc *pseudofibre*, și fac trecerea spre parenchimul lemnos.

a_2. *Fibrele extraxilematice* grupează fibrele necuprinse în xilem, adică *fibrele floematice (fibre liberiene)* din liberul primar și din cel secundar, *fibrele corticale* din scoarța primară și *fibrele perivasculare* de la periferia cilindrului central.

Fibrele extraxilematice au formă alungită, fusiformă, cu capetele ascuțite sau trunchiate. Pereții lor pot fi puternic lignificați, mai slab lignificați sau aproape numai celulozici, având puctuațiuni simple sau slab areolate.

Cele mai bine reprezentate sunt fibrele floematice, a căror calitate este determinată de gradul lor de lignificare. Fibrele cu conținut mare de celuloză (inul, ramia) au valoare textilă mai ridicată decât cele cu conținut de lignină.

b. *Sclereidele* sunt celule de tip parenchimatic, având pereții puternic îngroșați prin depunerea mai multor straturi impregnate cu lignină, străbătuți de numeroase punctuațiuni cu aspect de canalicule (Fig. 2.18). Aici aparțin *brachisclereidele* (celulele pietroase), izodiametrice, întâlnite în mezocarpul (la păr) sau în endocarpul (sâmburele) unor fructe, în scoarță, în floemul și măduva tulpinii, *macrosclereidele*, formate din celule alungite, localizate în tegumentul unor semințe, și *osteosclereidele* prezente în semințe și frunze.

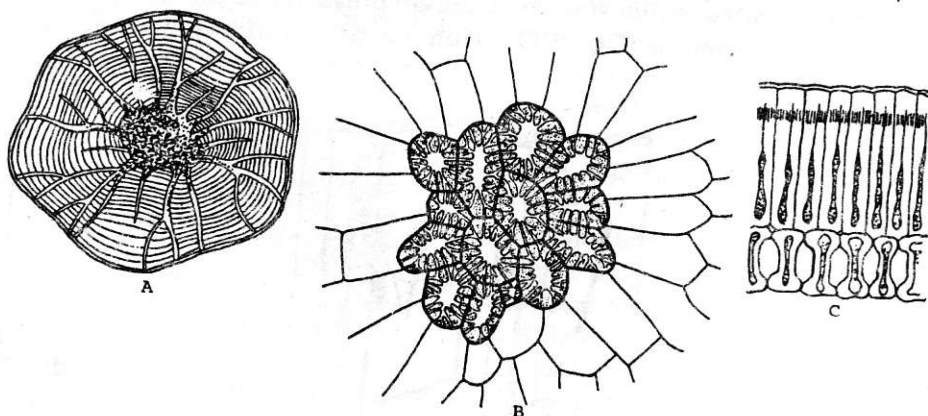


Fig. 2.18 — Tipuri de sclereide: A - brachisclereidă din endocarpul fructului de *Juglans*; B - brachisclereide din mezocarpul fructului de *Pyrus*; C - macrosclereide și (în stratul inferior) osteosclereide din tegumentul seminței de *Vicia*

Sclerenchimul împreună cu colenchimul reprezintă țesuturi adaptate în special pentru funcția de susținere, analog scheletului la animale, de aceea ele sunt numite *țesuturi mecanice*. La plantele lemnoase sunt bine reprezentate, conferind rezistență la încovoieri, întindere, flambaj, compresiune. La plantele ierboase și plantulele arborilor, susținerea este determinată mai ales de turgescența celulară, întrucât țesuturile speciale cu rol mecanic sunt comparativ mai puțin dezvoltate.Totalitatea țesuturilor mecanice alcătuiesc *stereomul*, iar elementele acestuia se numesc *stereide*.

2.4. SISTEMUL VASCULAR

Transportul apei și al substanțelor minerale de la locul de absorbție până la nivelul organelor asimilatoare, precum și circulația substanțelor organice sintetizate, prin întreg corpul plantei, se realizează prin intermediul unor țesuturi speciale, *țesuturi vasculare*.

La plantele inferioare pluricelulare, circulația se realizează prin osmoză de la o celulă la alta. Diferențierea țesuturilor vasculare la plante s-a realizat în decursul evoluției, începând cu plantele care au cucerit mediul terestru, mult mai diversificat față de uniformitatea din apă. Complicarea structurii o dată cu trecerea la viața de uscat a impus specializarea unor țesuturi în direcția măririi vitezei de circulație.

Sistemul vascular s-a constituit numai începând cu pteridofitele (denumite de aceea și criptogame vasculare), specializarea progresând la gimnosperme și continuându-se și la angiosperme.

Circulația apei și a sărurilor minerale are loc prin *xilem* (țesut conducător lemnos), iar a substanțelor organice prin *floem (țesut conducător liberian)*.

A. Xilemul (Țesutul conducător lemnos)

Xilemul este principalul țesut conducător al apei și al substanțelor dizolvate în ea, de la rădăcină prin tulpină până la frunze, proces care se realizează prin celule specializate. Este de asemenea implicat în depozitarea substanțelor de rezervă, prin elementele sale parenchimatice, îndeplinind și rol mecanic, în susținere, datorită prezenței fibrelor și pereților îngroșați ai celulelor conducătoare. Prin urmare, xilemul este un țesut complex.

Specializarea celulelor pentru funcția de conducere s-a realizat prin alungirea lor, urmată de cele mai multe ori de dispariția pereților transversali (terminali). Celulele conducătoare ale xilemului sunt numite *elemente traheale* și aparțin la două tipuri: *traheide* și *elemente de vase (articule vasculare)* (Fig. 2.19). Ambele sunt celule alungite (cilindrice sau prismatice) ce au pereți secundari, prin urmare sunt lipsite

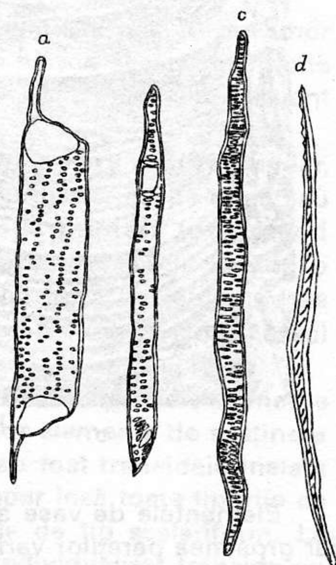


Fig. 2.19 — Tipuri de celule ale xilemului: a, b - elemente de vase; c - traheidă; d - fibrotraheidă

de conţinut celular. În pereţii lor îngroşaţi şi lignificaţi prezintă punctuaţiuni. În plus, elementele de vase sunt prevăzute cu perforaţii în pereţii terminali (oblici, transversali), rareori şi în cei laterali. Porţiunea din perete cu perforaţii se numeşte *placă perforată*. La *placa perforată simplă* se formează o singură perforaţie mare de formă circulară sau ovală, iar la cea *multiplă* se constituie mai multe perforaţii, delimitate de bare dispuse în formă de scară (Fig. 2.20) sau în reţea.

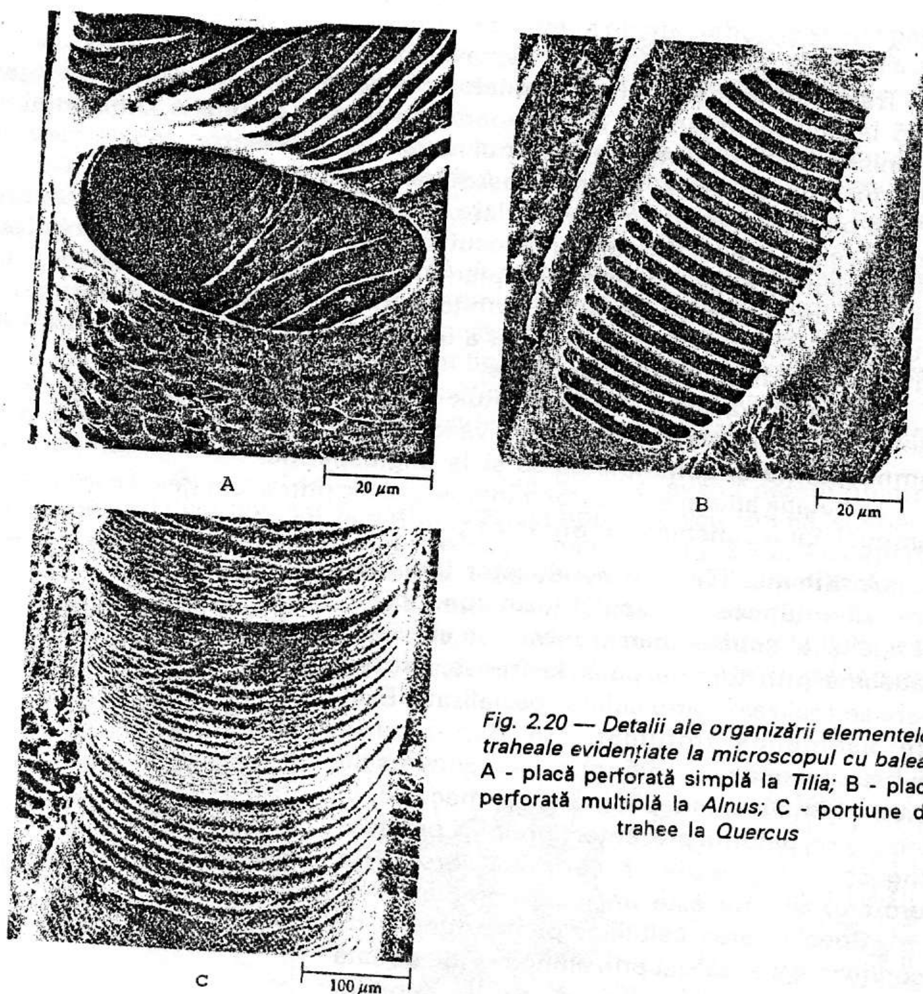


Fig. 2.20 — Detalii ale organizării elementelor traheale evidenţiate la microscopul cu baleaj: A - placă perforată simplă la *Tilia;* B - placă perforată multiplă la *Alnus;* C - porţiune de trahee la *Quercus*

Elementele de vase au lungimea cuprinsă între 175 µm şi 1900 µm, iar grosimea pereţilor variază între 1,5 şi 3 µm. Ele se suprapun în număr foarte mare, constituindu-se astfel tuburi lungi (de la câţiva cm până la 1,5 m) şi neîntrerupte, numite *trahee* sau *vase lemnoase perfecte*, prin care soluţiile circulă relativ nestânjenite.

Traheidele (Fig. 2.21) sunt elemente unicelulare (lungi de cca 4-5 mm și largi de 1-10 μm) ce nu-și pierd individualitatea, întrucât ele se articulează unele cu altele în șiruri, fără ca pereții terminali adiacenți să sufere procese de resorbție, prin urmare fără perforații. În acești pereți suprapuși, deși se află concentrate punctuațiuni în număr mare, totuși circulația soluțiilor este mai anevoioasă decât în vasele perfecte.

Traheidele sunt mai primitive și constituie unicul tip de celule conducătoare la cele mai multe ferigi și gimnosperme. Xilemul angiospermelor conține atât trahee cât și traheide.

Xilemul din structura primară a plantei este generat de meristemul apical procambiu și poartă denumirea de *xilem primar*. Din meristemul lateral cambiu ia naștere *xilemul secundar*.

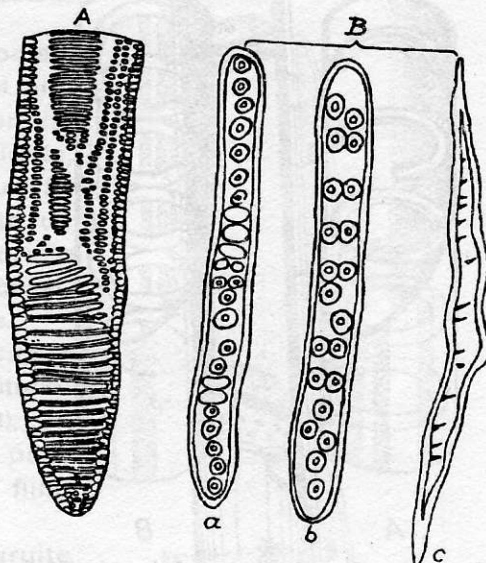


Fig. 2.21 — Terminație de traheidă la ferigă (A) și tipuri de traheide (B): a, b - la pin; c - la stejar

Traheele și traheidele din xilemul primar generat de timpuriu (*protoxilemul*), pe parcursul creșterii în lungime a rădăcinii, tulpinii și frunzelor, prezintă pereți secundari lignificați sub forma unor îngroșări inelate sau spiralate. Astfel de îngroșări permit acestor elemente conducătoare ca, până la o anumită limită, să se întindă, după care frecvent se dezorganizează.

În xilemul primar format mai târziu (*metaxilemul*) și în xilemul secundar, îngroșările sunt mai extinse, cu aspect scalariform (la ferigi) de rețea sau mai frecvent pot acoperi în întregime pereții primari (exceptând punctuațiunile și perforațiile), astfel că traheele și traheidele capătă o anumită rigiditate și nu se mai pot alungi. După tipul de îngroșare se deosebesc *vase inelate, spiralate, scalariforme, reticulate* și, în cazul îngroșării uniforme, *vase punctate (*Fig. 2.22).

Pe bază de material paleobotanic s-a putut aprecia că primele elemente traheale diferențiate, care îndeplineau și rolul unor elemente de susținere la cele dintâi pteridofite (*Rhynia, Asteroxylon*), au fost traheidele inelate și spiralate. În decursul evoluției pteridofitelor, apar însă toate tipurile de traheide, predominând la cele actuale traheidele de tip scalariform. La gimnosperme și chiar la unele pteridofite s-au individualizat traheide cu punctuațiuni areolate, care în procesul evoluției s-au perfecționat prin micșorarea lungimii și prin reducerea numărului de punctuațiuni, în legătură cu sporirea rezistenței. Elementele de vase au evoluat din traheide

cu îngroşări scalariforme, cele mai bine adaptate la circulaţia apei cu viteză mare pe distanţe lungi. La angiosperme predomină elemente de vase cu punctuaţiuni areolate.

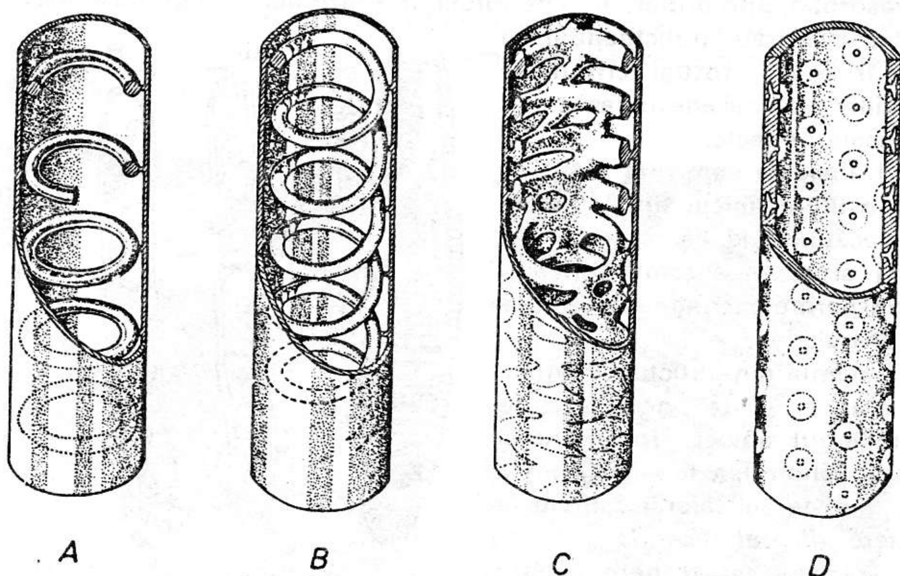


Fig. 2.22 — Tipuri de trahee: A - vas inelat; B - vas spiralat; C - vas reticulat; D - vas punctat

Atât traheidele cât şi traheele sunt însoţite de celule de parenchim cu pereţii îngroşaţi şi cu punctuaţiuni simple care au rolul de a face legătura dintre vase şi, aşa cum s-a arătat, de a înmagazina diferite substanţe de rezervă. În xilemul secundar celulele de parenchim se dispun mai adesea în benzi verticale şi în razele medulare. Asociate cu elementele traheale mai sunt fibrele libriforme şi fibrotraheidele, ca şi sclereidele.

B. Floemul (Ţesutul conducător liberian)

Floemul este ţesutul complex care are ca funcţie principală conducerea substanţelor organice elaborate în frunze, prin celule specializate. De asemenea, îndeplineşte şi rol în depozitarea unor substanţe de rezervă în celulele sale parenchimatice. În plus, acest ţesut cuprinde şi elemente mecanice (fibre şi sclereide).

Floemul poate avea origine primară (din procambiu), ori secundară (din cambiu). Analog xilemului, la floemul primar, *protofloemul* se constituie în organele în creştere şi se dezorganizează pe parcursul alungirii acestora, iar *metafloemul* se formează după oprirea creşterii în lungime.

Celulele conducătoare ale floemului se numesc *elemente ciuruite*. În cadrul lor deosebim două tipuri distincte: *celule ciuruite,* mai primitive, caracteristice ferigilor şi gimnospermelor, şi *elemente de tub ciuruit,* proprii angiospermelor. Şi unele şi altele sunt celule alungite cu pereţi primari în care se formează numeroşi pori grupaţi în *câmpuri ciuruite.* În dreptul câmpurilor, protoplaştii elementelor ciuruite adiacente sunt interconectaţi.

Celulele ciuruite au porii mai înguști, iar câmpurile ciuruite sunt relativ uniforme structural pe toți pereții, fiind însă mai puține în pereții laterali, concentrate în pereții terminali, unde aceste celule se suprapun. Sunt celule înguste, ascuțite la capete datorită pereților terminali puternic înclinați.

Elementele de tub ciuruit au în pereții terminali câmpuri ciuruite cu porii mai largi decât în ceilalți pereți. Asemenea porțiuni de perete cu câmpuri ciuruite specializate, cu porii mai largi, se numesc *plăci ciuruite*. Există *plăci ciuruite simple*, cu câte un singur câmp de pori, și *plăci ciuruite complexe (multiple)*, dispuse foarte înclinat, cu un ansamblu de câmpuri ciuruite.

Elementele de tub ciuruit se suprapun cap în cap, în șir longitudinal, alcătuind *tubul ciuruit (vas liberian)* (Fig. 2.23). Un vas liberian poate realiza lungimi de până la 300 μm (rareori 1 mm), diametrul fiind de 20-30 μm.

Pe măsură ce elementele ciuruite îmbătrânesc, porii din câmpurile și din plăcile ciuruite sunt obturați cu caloză, procesul putând avea loc și la rănire, ca reacție de apărare.

Spre deosebire de elementele traheale ale xilemului, elementele ciuruite sunt vii la maturitate. Protoplaștii lor sunt lipsiți de nuclei sau conțin numai resturi ale acestora, iar vacuola este lipsită de tonoplast (*pseudovacuolă*), astfel că nu se realizează o separare netă a sucului celular de învelișul citoplasmatic care cuprinde plasmalema, o rețea de reticul endoplasmic neted, plastide și mitocondrii (ribozomii, dictiozomii și microtubulii lipsesc). Citoplasmele a două elemente ciuruite suprapuse comunică prin intermediul plasmodesmelor mult dezvoltate, care străbat porii (Fig. 2.24).

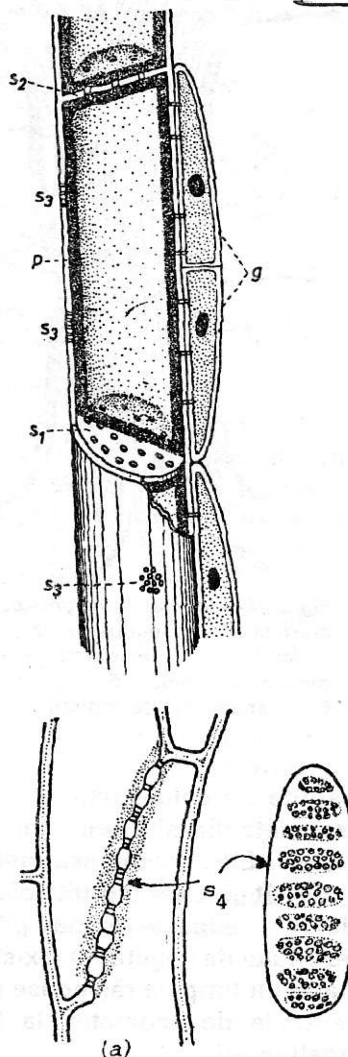


Fig. 2.23 — Tub ciuruit cu celule anexe: g - celule anexe; p - înveliș protoplasmatic; s_1 și s_2 - plăci ciuruite simple în pereții terminali; s_3 - câmpurile ciuruite în pereții laterali; s_4 - placă ciuruită multiplă în secțiune (a) și văzută din față (b)

La dicotiledonate și unele monocotiledonate elementele tuburilor ciuruite conțin *corpi mucilaginoși („slime")*, denumiți mai nou *P-proteine* (P de la *„phloem"*). Ei se formează în elementele tinere și se dispersează, pe măsura diferențierii acestora, în

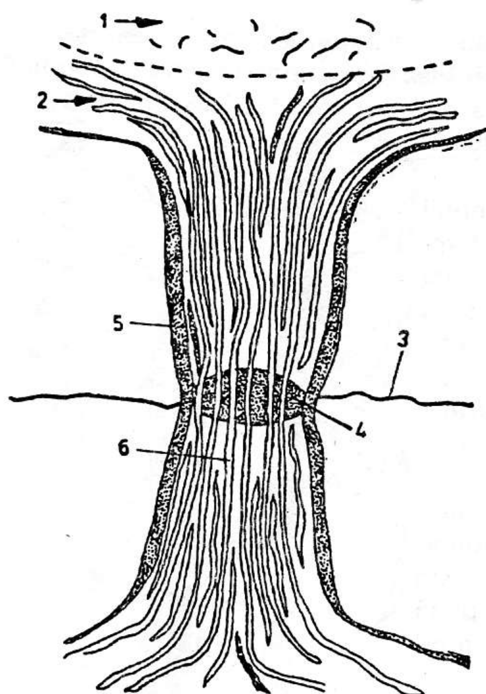


Fig. 2.24 — Infrastructura unui por din placa ciuruită: 1 - pseudovacuolă; 2 - înveliș citoplasmatic; 3 - lamelă mijlocie; 4 - nodul median de caloză; 5 - caloză periferică; 6 - canalicule de reticul endoplasmic

lungul pereților, aflându-se la celulele vecine în continuitate prin pori, fără a-i obtura. Se bănuiește că P-proteinele împreună cu caloza servesc la obturarea porilor în caz de vătămare a vaselor, prevenind pierderea conținutului celular din vasele liberiene.

Elementele de tub ciuruit se asociază cu celule parenchimatice specializate numite *celule anexe,* câte una sau câteva pentru fiecare element. Provin din aceeași celulă mamă cu elementul de tub, cu care au numeroase conexiuni prin plasmodesme. Datorită conținutului ridicat în ribozomi și numeroaselor mitocondrii, ele se aseamănă cu celule secretoare și se consideră a avea rol în transferul substanțelor spre tuburile ciuruite și menținerea unui gradient de concentrație în acestea.

Celulele anexe lipsesc din floemul ferigilor, al gimnospermelor, al unor dicotiledonate primitive (*Austrobaileya*), ca și din protofloemul angiospermelor. La ferigi și gimnosperme, celulele ciuruite sunt însoțite de celule parenchimatice specializate numite *celule albuminice,* provenite din alte celule mamă decât celulele ciuruite în dreptul cărora se găsesc. Ele îndeplinesc însă același rol ca și celulele anexe.

Atât celulele ciuruite cât și vasele liberiene au o durată de viață scurtă, ele mor adesea la mai puțin de un an de funcționare (spre sfârșitul sezonului de vegetație). Există însă plante la care floemul rămâne funcțional mai mult timp, la rășinoase și dicotiledonate cu frunze sempervirente două perioade de vegetație, la tei 5-10 ani, iar la unii palmieri o perioadă îndelungată.

Sub raport filogenetic se consideră că elementele ciuruite au provenit din celule parenchimatice specializate treptat, prin pierderea nucleului și apoi diferențierea câmpurilor de pori și a plăcilor ciuruite. În decursul evoluției, elementele de tuburi ciuruite au suferit o evidentă scurtare.

C. Fascicule conducătoare

În structura primară a organelor plantelor, xilemul și floemul se află sub formă de cordoane izolate (simple) sau sub forma unor fascicule compuse (mixte), în raport cu modul de dispunere și de funcționare a procambiului care le-a generat.

În structura primară a rădăcinii, fasciculele (lemnoase și liberiene) rămân izolate, dispunându-se alternativ, ca razele unei stele (dispoziție radiară).

În tulpină și în frunză, fasciculele sunt mixte, *libero-lemnoase* (Fig. 2.25), care pot fi:

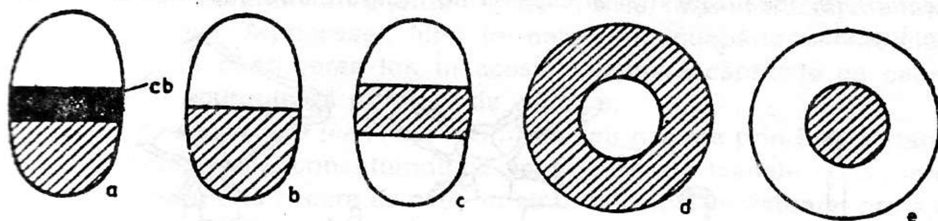


Fig. 2.25 — Tipuri de fascicule libero-lemnoase: a - colateral deschis; b - colateral închis; c - bicolateral; d - leptocentric; e - hadrocentric; cb - procambiu; partea hașurată reprezintă floemul

- *fascicule colaterale,* cu floemul de o parte și xilemul de cealaltă parte; la *fasciculele colateral deschise,* caracteristice gimnospermelor și dicotiledonatelor, între floem și xilem se găsește un rest din procambiu care nu s-a transformat în întregime la formarea fasciculului (va deveni cambiu intrafascicular), la *fasciculele colateral închise,* proprii monocotiledonatelor, procambiul se diferențiază complet în xilem și floem, astfel că în fascicul nu mai pot apărea elemente structurale noi;
- *fascicule bicolaterale,* cu xilemul încadrat de două zone de floem, externă și internă; se întâlnesc la unele dicotiledonate ierboase (*Asteraceae, Gentianaceae, Convolvulaceae* ș.a.);
- *fascicule concentrice,* care pot fi *hadrocentrice* (cu xilemul în interior și floemul periferic), frecvente în rizomii ferigilor, și *leptocentrice* (cu floemul central, înconjurat de xilem), întâlnite la unele ferigi și monocotiledonate.

Fasciculele colateral deschise din structura primară a tulpinii arborilor (gimnosperme și dicotiledonate) nu sunt bine conturate și distincte, fiind foarte apropiate unele de altele, datorită razelor medulare înguste și procambiului care devine de timpuriu manșon cilindric (Fig. 3.28).

2.5. ȚESUTURI SPECIALE

A. Celule și țesuturi secretoare

Sunt reprezentate prin celule sau grupuri de celule care au capacitatea de a elabora în procesul metabolic anumite substanțe complexe (uleiuri eterice, rășini, taninuri, balsamuri, gume, mucilagii, alcaloizi etc.). Unele din aceste substanțe sunt eliminate din circuitul metabolic al plantei ca produse de excreție, altele sunt reutilizate pe măsura elaborării lor (produși de secreție). Ținând seama de locul unde se elimină produșii de secreție sau excreție, deosebim:

a. *Țesuturi sau celule cu secreție externă,* care elimină la exterior produșii elaborați. Din această categorie fac parte: *papilele secretoare,* care sunt celule epidermice ușor bombate (Fig. 2.13) ale unor petale, ce

eliberează prin pereții externi, în afară, uleiuri volatile; *perii (solzii) glandulari,* care provin din celulele epidermice ale tulpinilor sau frunzelor, având structură foarte variată (Fig. 2.26); *perii glandulari pluricelulari ai plantelor carnivore,* care produc fermenți proteolitici capabili să hidrolizeze substanțele proteice din insectele imobilizate pe frunze; *nectarinele* sau *glandele nectarifere,* localizate mai adesea în flori, care elaborează nectarul căutat de insecte.

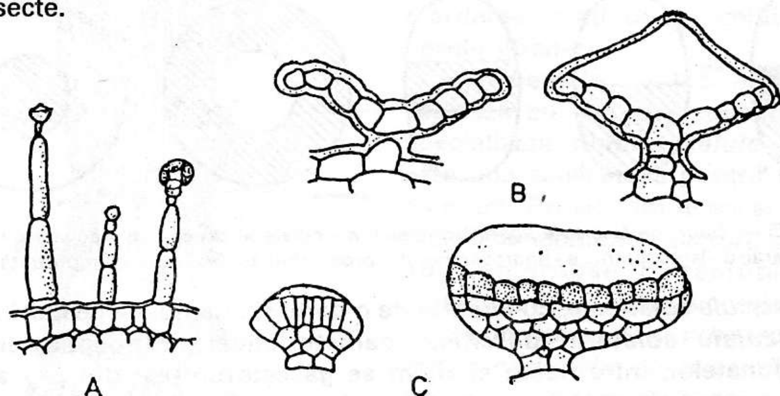


Fig. 2.26 — Tipuri de peri glandulari:
A - la *Primula sinensis;* B - la *Humulus lupulus;* C - la *Ribes nigrum*

La unele plante se pot întâlni pe dinții frunzelor un tip deosebit de structuri, numite *hidatode traheidice,* fiecare formată din *stomată acviferă,* prin care apa se elimină sub formă de picături datorită *ostiolei* permanent deschise, *cameră acviferă,* situată dedesubtul stomatei, și un țesut parenchimatic numit *epitem,* în care ajunge apa din țesutul conducător (Fig. 2.27). Se întâlnesc la unele plante și *hidatode epidermice,* alcătuite din una sau mai multe celule epidermice (Fig. 2.28) transformate în peri, prin care se elimină apa sub formă de picături, în mod activ.

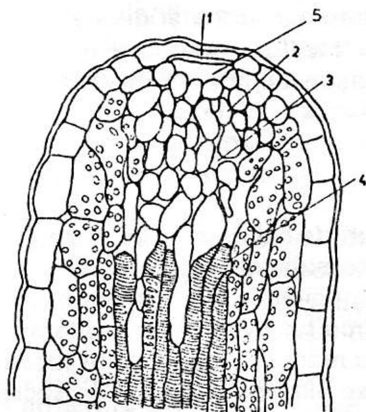


Fig. 2.27 — Hidatodă traheidică: 1 - stomată acviferă; 2 - epitem; 3 - meaturi; 4 - traheide; 5 - cameră acviferă; 6 - țesutul asimilator

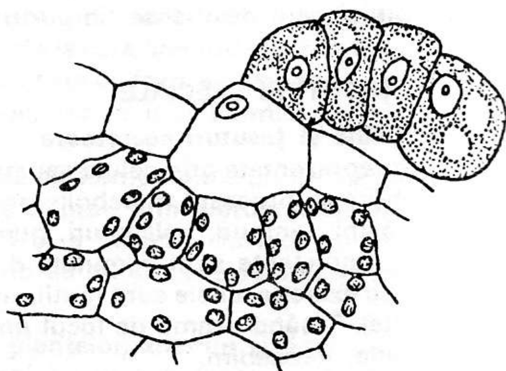


Fig. 2.28 — Hidatodă epidermică (activă)

b. *Țesuturi cu secreție internă*, care pot fi cu *secreție intercelulară* sau cu *secreție intracelulară*.

b_1. *Țesuturile cu secreție intercelulară* se pot prezenta sub formă de *pungi secretoare* și *canale secretoare*.

Pungile secretoare (buzunare secretoare) se întâlnesc obișnuit în țesuturile mai profunde din diferite organe (frunze, tulpini, fructe) ale unor plante (*Rutaceae, Myrtaceae*), fiind formate prin îndepărtarea anumitor celule sau prin distrugerea lor. În aceste buzunare căptușite cu celule secretoare se acumulează produșii de excreție.

Canalele secretoare (canalele rezinifere) iau naștere prin îndepărtarea celulelor (schizogen), constituindu-se spații centrale (canale colectoare) (Fig. 2.29), mărginite fiecare de câte un strat de celule secretoare, protejat în exterior de un strat mecanic. În canalul colector se adună produsele de secreție (rășinile, balsamurile etc.). La rășinoase, canalele rezinifere pot avea poziție *verticală*, adică dispuse în lungul tulpinii, sau *orizontală*, când sunt situate în cuprinsul razelor medulare. Diametrul canalelor poate fi de 100-150 μm, iar lungimea de 50 cm până la 1 m.

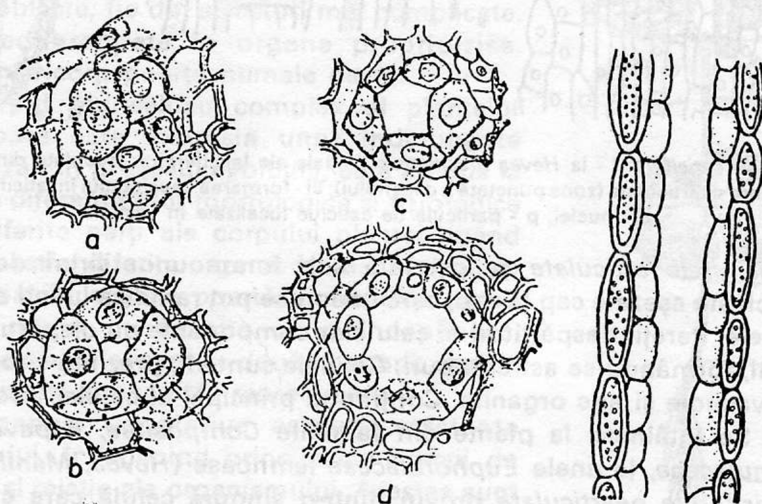


Fig. 2.29 — Canal rezinifer la Pinus: a-d - formarea canalului (secțiuni transversale); e - canal rezinifer (secțiune longitudinală)

b_2. *Țesuturile cu secreție intracelulară* acumulează substanțele secretate în însăși celulele care le-au elaborat: *celule tanifere* din scoarța unor plante lemnoase (stejar, molid, anin, sălcii), *celule mucilaginoase* (la tei), *celule oxalifere* etc.

B. Laticifere

În corpul unor plante superioare se pot întâlni formațiuni asemănătoare unor tuburi, care au capacitatea de a secreta substanțe fluide numite *latexuri*, de unde și numele de *laticifere*. Prin faptul că la unele plante cu laticifere floemul este slab dezvoltat sau chiar lipsește, aceste structuri sunt

incluse și în categoria țesuturilor conducătoare. Argumentarea este susținută și prin aceea că în latexuri se găsesc și produși de asimilație (glucide, lipide, proteide), alături de rășini, gume etc., aflate în stare de emulsie și suspensie în vacuole.

Ținând cont de structura și originea lor, laticiferele (Fig. 2.30) pot fi: *articulate* sau *nearticulate*.

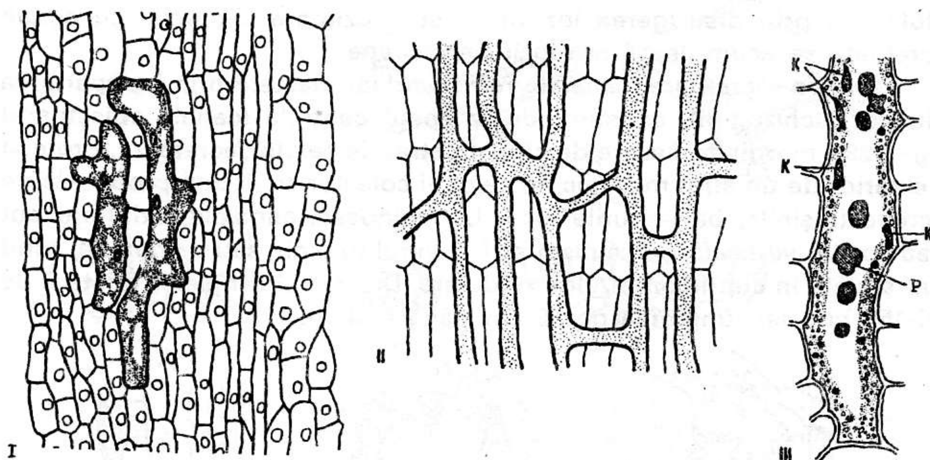


Fig. 2.30 — Laticifere: I - la *Hevea brasiliensis* (inițiale ale laticiferelor articulate din embrion); II - Laticifere nearticulate (zona punctată a desenului); III - formarea cauciucului în laticifere la *Ficus;* c - nuclei; p - particule de cauciuc localizate în vacuolă

Laticiferele articulate se prezintă sub forma unor șiruri de celule plurinucleate așezate cap la cap, care uneori se pot ramifica luând aspectul unei rețele. Pereții despărțitori ai celulelor componente au dispărut parțial sau total, formându-se astfel tuburi. Celulele sunt vii, prezintă citoplasmă, nuclei, vacuole și alte organite. Conținutul principal al celulei îl formează latexul. Se întâlnesc la plante din familiile *Compositae, Papaveraceae, Campanulaceae,* la unele *Euphorbiaceae* lemnoase (*Hevea, Manihot*) etc.

Laticiferele nearticulate provin dintr-o singură celulă care crește în același timp cu planta și se ramifică formând canale lungi, cu conținut citoplasmatic, mai mulți nuclei și latexuri. Se întâlnesc la plante din familiile *Euphorbiaceae, Moraceae, Urticaceae* etc.

Latexul are rol în apărarea plantei prin alcaloizii toxici, în nutriție datorită conținutului de glucide, lipide etc. și în transformări metabolice prin enzimele ce le conține.

Capitolul III

ORGANOGRAFIA

3.1. CONSIDERAŢII GENERALE

Prin *organ* se înţelege o grupare de diferite ţesuturi, constituite într-o unitate diferenţiată a organismului unei plante, adaptată să îndeplinescă una sau mai multe funcţiuni specifice.

Cu studiul organelor plantei se ocupă *organografia (morfologia organelor)*. Într-o accepţiune mai largă, morfologia organelor trebuie privită ca o disciplină ce studiază atât înfăţişarea externă cât şi organizarea structurală a plantei. Aceasta, datorită faptului că forma şi structura se intecondiţionează, fiind în ultimă instanţă expresia adaptării organului la o anumită funcţiune vitală.

Plantele inferioare sunt organisme formate din una sau mai multe celule cu aceeaşi înfăţişare (care îndeplinesc toate funcţiunile corpului), fie din celoblaste, fie din structuri mai complicate, însă nediferenţiate în organe propriu-zise. Asemenea corp poartă numele de *tal*.

Corpul pluricelular complex al plantelor superioare este expresia unor îndelungate specializări în procesul evoluţiei, care au dus la apariţia diferenţierilor morfologice şi fiziologice între diferite părţi ale corpului plantei, luând naştere astfel diferite organe. Un astfel de corp diferenţiat în organe poartă numele de *corm*.

În raport cu funcţia ce o îndeplinesc, organele plantelor sunt de două categorii: *organe vegetative* şi *organe de reproducere*.

Organele vegetative asigură existenţa individului, îndeplinind principalele funcţii de nutriţie şi relaţie ale organismului. Acestea sunt *rădăcina, tulpina* şi *frunza*.

Organele de reproducere au rolul de a genera noi urmaşi, asigurând astfel perpetuarea speciei.

Orice plantă superioară îşi are originea în embrionul din sămânţă, în care sunt conturate, prin diferenţierea zigotului, organele vegetative în miniatură: *rădăciniţa, tulpiniţa (hipocotilul) cotiledoanele* şi *muguraşul (gemula)*. Prin

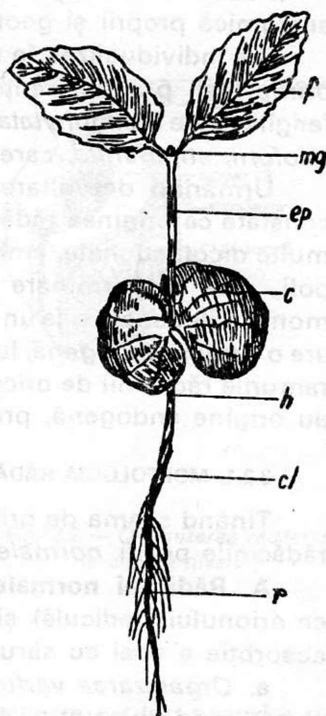


Fig. 3.1 — *Plantulă de fag:* r - rădăcină; cl - colet; h - ax hipocotil; c - cotiledoane; ep - ax epicotil; m - muguraş; f - frunze

germinație, rezultă, în procesul complex de geneză, o plantulă cu organe diferențiate (rădăcină, tulpină, ax hipocotil, ax epicotil, frunze - Fig. 3.1), care va deveni plantă matură, capabilă să se reproducă, continuându-și ciclul ontogenetic.

3.2. RĂDĂCINA

Rădăcina este organul plantei care obișnuit crește în sol, specializat pentru a îndeplini funcțiile de absorbție a apei și a sărurilor minerale și de fixare a plantei.

În același timp, în rădăcină au loc sinteze de substanțe organice, iar la unele plante poate servi pentru înmulțirea vegetativă și pentru depozitarea substanțelor de rezervă.

Rădăcina este lipsită de frunze, are înfățișare exterioară și structură anatomică proprii și geotropism pozitiv.

S-a individualizat, în decursul evoluției cormofitelor, din organul axial primordial, prin diferențierea unor însușiri morfofiziologice proprii. La ferigile fosile (*Psilophytatae*) se cunosc organe cu rol absorbant ca *rizomoizii, rizoforii, stigmariile,* care fac trecerea spre rădăcinile tipice.

Urmărind dezvoltarea ontogenetică a grupelor mari de plante, se constată că originea rădăcinii este diferită: la gimnosperme și la cele mai multe dicotiledonate, embrionul prezintă un meristem localizat la unul din poli, care la germinare va da naștere radiculei (*origine exogenă*); la monocotiledonate și la un număr mic de dicotiledonate rădăcina embrionară are o *origine endogenă,* luând naștere din țesuturile interioare ale tulpiniței; ramurile rădăcinii de orice ordin, rădăcinile adventive și mugurii radicelari au origine endogenă, provenind din periciclu.

3.2.1. MORFOLOGIA RĂDĂCINII

Ținând seama de origine, grad de dezvoltare și de funcții îndeplinite, rădăcinile pot fi *normale, adventive* și *metamorfozate.*

A. **Rădăcini normale.** Sunt acelea care se dezvoltă din rădăcinița embrionului (radiculă) și îndeplinesc funcțiile specifice, de fixare și de absorbție a apei cu săruri minerale.

a. *Organizarea vârfului rădăcinii*

În mod obișnuit părțile terminale ale rădăcinilor prezintă câteva zone (Fig. 3.2) distincte.

Scufia (piloriza, caliptra) acoperă extremitatea rădăcinii (vârful vegetativ) ca un manșon de formă conică, lung de 2-3 mm, alcătuit din mai multe straturi de celule parenchimatice vii, bogate în amidon. Straturile externe se exfoliază, înlesnind înaintarea rădăcinii în sol în timpul creșterii prin diviziunea meristemelor apicale, piloriza păstrându-și mereu aceeași grosime. Straturile exfoliate formează un înveliș gelatinos (*mucigel*) care lubrifiază rădăcina pe parcursul pătrunderii ei în sol. Mucigelul este un polizaharid, probabil o substanță pectică, secretată de celulele externe ale

scufiei. În mecanismul secreției intervin veziculele secretoare ale aparatului Golgi, care își eliberează conținutul gelatinos prin plasmalemă până în pereții celulari, eventual, sub forma unor picături, chiar la exteriorul pereților.

Rădăcinile plantelor parazite nu prezintă scufie, iar la plantele acvatice vârful vegetativ este protejat de un manșon numit *rizomitră*.

Zona netedă este situată deasupra pilorizei, având o lungime de 2-5 mm și corespunde zonei de creștere prin întindere a rădăcinii.

Zona piliferă sau a perișorilor absorbanți se întinde pe o lungime de 0,2-3 cm deasupra zonei netede și se caracterizează prin aceea că fiecare celulă a rizodermei (epidermei rădăcinii) generează câte un perișor absorbant. În cuprinsul zonei pilifere au loc procese de diferențiere a elementelor de structură primară. Perișorii absorbanți sunt unicelulari, numai foarte rar la unele plante pot fi pluricelulari. Membrana externă a perișorului este bogată în substanțe pectice care prin gelificare realizează un contact intim cu particulele solului. În interiorul perișorului absorbant se găsește protoplasma sub forma unui săculeț, un nucleu situat către vârf și o vacuolă mare, bogată în suc celular. Creșterea perișorilor se face exclusiv prin porțiunea de la vârf, ceeea ce le permite o mai ușoară pătrundere în sol. Numărul perișorilor absorbanți pe mm^2 este foarte mare (la stejar 880, la frasin 730). În mod obișnuit perii absorbanți au o viață

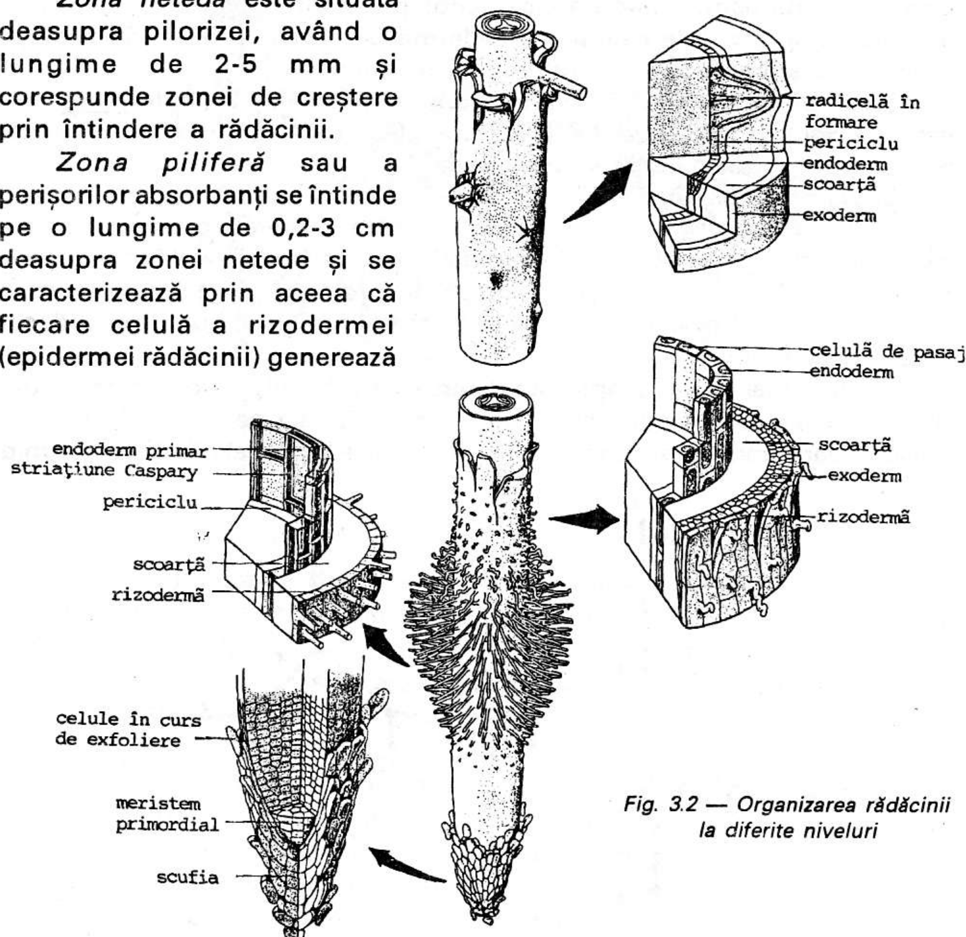


Fig. 3.2 — Organizarea rădăcinii la diferite niveluri

scurtă (2-3, rar 10 zile); pe măsura creşterii rădăcinii apar peri noi în partea dinspre regiunea netedă, iar cei vechi mor şi regiunea ocupată de ei se suberifică. Intensitatea de formare a noilor perişori absorbanţi este aceeaşi cu cea de mortificare a perişorilor bătrâni.

Zona aspră este situată deasupra zonei pilifere şi ocupă de fapt tot restul rădăcinii (până la locul de formare a felogenului). Se caracterizează prin suprafaţă aspră, datorită cicatricilor perişorilor absorbanţi căzuţi. În această zonă, resturile celulelor rizodermei şi câteva straturi ale scoarţei primare se suberifică, formând cutisul (exoderma).

Locul de prindere a rădăcinii de tulpină poartă numele de colet, care este de fapt o zonă de trecere între cele două organe, cu anumite particularităţi morfologice şi anatomice.

b. *Ramificarea rădăcinii*

Rădăciniţa embrionului (radicula) după germinare creşte şi devine *rădăcină principală*. Aceasta se ramifică prin *radicele* de diferite ordine, care devin rădăcini secundare (ramuri de ordinul I), terţiare (ramuri de ordinul II) etc., formând în ansamblu *sistemul radicelar*, numit mai adesea rădăcina plantei.

La cele mai multe plante ramificarea se face după *tipul monopodial* (Fig. 3.3 a): din rădăcina principală cu creştere nedefinită, se formează, începând dinspre vârf, ramuri secundare, iar din acestea radicele terţiare ş.a.m.d.

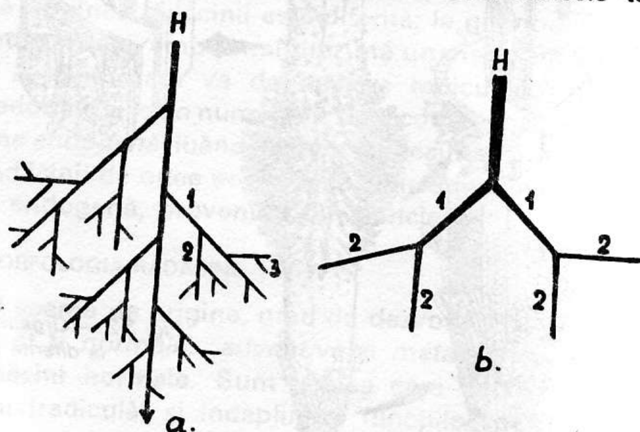


Fig. 3.3 — Ramificarea monopodială (a) şi dicotomică (b) a rădăcinii:
1,2,3 - ramuri primare, secundare şi terţiare

Un tip arhaic de ramificare, întâlnit la ferigi lemnoase fosile precum şi la ferigile *Lycopodiatae* actuale (*Lycopodium, Selaginella*), este cel dicotomic (Fig. 3.3 b): prin bifurcarea vârfului vegetativ iau naştere două radicele care, la rândul lor, se ramifică în acelaşi mod.

c. *Forme de rădăcini şi sisteme de înrădăcinare*

Între rădăcina principală şi ramurile sale se realizează un anumit raport dimensional, luând naştere diverse forme de rădăcini, care se pot raporta la trei tipuri principale (Fig. 3.4) şi anume:

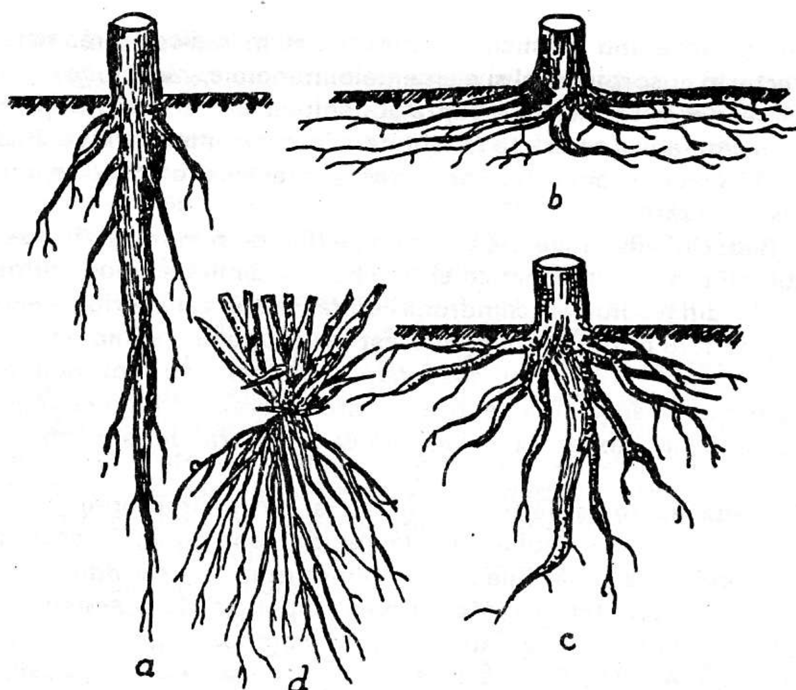


Fig. 3.4 — Forme de rădăcini: a - pivotantă; b,c - rămuroase; d - fasciculată

Rădăcini pivotante sunt acelea la care rădăcina principală se dezvoltă puternic, sub forma unui pivot, iar radicelele de diferite ordine rămân mult mai mici (la brad, gorun, stejar etc.).

Rădăcini rămuroase sunt acelea la care ramurile de ordinul I (secundare) ajung la aceleași dimensiuni (grosime și lungime) cu pivotul (la carpen, tei, paltin etc.).

Rădăcini fasciculate (firoase), caracteristice pentru plantele monocotiledonate, sunt acelea la care rădăcina embrionară se dezvoltă puțin sau dispare, iar în locul ei, la baza tulpinii, se formează un mănunchi de rădăcini adventive, lungi și subțiri.

Dacă pe lângă mărimea și orientarea ramurilor față de rădăcina principală se are în vedere și adâncimea la care acestea pătrund în sol, se vorbește de așa-numitul *sistem de înrădăcinare.* La plantele lemnoase s-au diferențiat următoarele sisteme de înrădăcinare: *pivotant* (profund) - rădăcina principală se dezvoltă puternic și pătrunde adânc în sol, iar radicelele de diferite ordine rămân comparativ mai mici; *trasant* (superficial) - ramurile principale au aproximativ aceleași dimensiuni și se dispun aproape de suprafața solului; *pivotant-trasant* (intermediar) - rădăcinile secundare se dezvoltă în aceeași măsură cu pivotul care rămâne distinct.

În raport cu vârsta plantei, cu condițiile edafice și climatice, sistemul de înrădăcinare poate fi diferit (chiar în cadrul aceleiași specii) ca formă

şi mărime, dovedind plasticitate. Într-un sistem radicelar, rădăcinile care au rol activ în absorbţia apei şi elementelor minerale, *rădăcinile absorbante,* se întâlnesc mai aproape de suprafaţa solului (la cei mai mulţi arbori în primii 15 cm), adică zona cea mai bogată în substanţe nutritive. Rădăcinile care se dezvoltă în zonele mai profunde au mai ales rol în fixare, numindu-se *rădăcini fixatoare.*

B. **Rădăcini adventive.** Se dezvoltă pe tulpini, ramuri sau frunze, având particularităţi morfo-anatomice şi funcţionale similare celor normale. Pot lua naştere din ţesuturi ale cilindrului central, având astfel origine endogenă, sau din mugurii dorminzi, fiind în acest caz exogene. Pe tulpină pot apărea numai la noduri (*rădăcini adventive regulate*) sau pot ocupa poziţii nedeterminate (*rădăcini adventive întâmplătoare*). Înmulţirea vegetativă a unor plante se bazează pe capacitatea acestora de a forma rădăcini adventive.

C. **Rădăcini metamorfozate.** În afara funcţiilor proprii, rădăcina în unele cazuri poate îndeplini şi alte roluri. Când funcţiile secundare au devenit dominante, rădăcinile s-au metamorfozat, schimbându-şi înfăţişarea externă şi structura internă. Mai frecvente sunt: *rădăcini aeriene fixatoare,* întâlnite pe tulpina lianelor sub formă de *crampoane (la Hedera helix)* sau de cârcei *(la Vanilla , Philodendron)* care servesc la prinderea de suport; *rădăcini cu muguri adiţionali* de origine endogenă sau uneori exogenă (când aceştia apar în regiunile cu calus provenit din felogen) generatori de lăstari aerieni numiţi *drajoni* (la tei, carpen, zmeur etc.); *rădăcini cu pneumatofori,* caracteristice unor plante exotice de mlaştini, pneumatoforii fiind ramuri scurte, bogate în aerenchimuri şi orientate vertical, cu partea superioară emersă *(la Taxodium distichum); rădăcini cu nodozităţi,* întâlnite la plante din familiile *Fabaceae, Elaeagnaceae, Betulaceae* etc., ale căror umflături (nodozităţi) au rezultat din proliferarea unor ţesuturi, provocată de bacterii simbiotice; *rădăcini haustoriale (sugătoare),* caracteristice pentru unele plante parazite şi semiparazite, care au rolul de a extrage hrana din ţesuturile gazdei. Unele orhidee tropicale prezintă *rădăcini aeriene care înmagazinează apa;* numeroase plante, îndeosebi umbelifere au *rădăcinile tuberizate)* adaptate pentru înmagazinarea substanţelor de rezervă, altele (arbori tropicali din zone inundabile) formează din rădăcinile adventive aeriene *rădăcini proptitoare.*

3.2.2. ANATOMIA RĂDĂCINII

Rădăcina este caracterizată printr-o structură internă tipică, formată în decursul filogenezei, în raport cu funcţiile specifice îndeplinite şi cu condiţiile de mediu. Aşa cum s-a arătat, în zona perişorilor absorbanţi se diferenţiază *structura primară a rădăcinii,* iar la plantele lemnoase (gimnosperme şi dicotiledonate), deasupra zonei absorbante ia naştere treptat *structura secundară a rădăcinii.* Rădăcinile unor dicotiledonate ierboase pot suferi o îngroşare secundară redusă şi limitată.

A. **Structura primară a rădăcinii**

a. *Histogeneza și diferențierea țesuturilor primare.* Țesuturile ce alcătuiesc structura primară a rădăcinii își au originea în vârful vegetativ meristematic al acesteia, care este protejat de piloriză având deci o poziție subterminală. Așa cum s-a mai arătat la descrierea meristemelor apicale, vârful vegetativ meristematic al rădăcinii prezintă una sau mai multe inițiale, din care se formează meristemul primordial, prin a cărui diviziune iau naștere meristemele primare (protoderma, procambiul și meristemul fundamental). La ferigi există o singură celulă inițială, la gimnosperme pot exista *două grupe de celule inițiale,* iar la angiosperme *trei grupe de celule inițiale.* După G u t t e n b e r g (1961), nu sunt evidente la toate angiospermele celulele inițiale. Astfel, el sesizează existența a două tipuri fundamentale de diferențiere a histogenelor: *tipul închis,* care cuprinde toate cazurile în care se disting inițiale corespunzătoare meristemelor cilindrului central, scoarței și caliptrei, și *tipul deschis,* întâlnit la un număr mare de angiosperme, la care meristemele protodermei și scoarței se nasc din același complex de inițiale, iar cel al cilindrului central are inițială proprie. În unele cazuri toate meristemele își au originea într-un complex de inițiale ce constituie așa-numita *columelă.* Oricare ar fi modalitatea formării meristemelor primare, acestea prin diferențiere ulterioară vor genera țesuturile definitive ale rădăcinii: *rizoderma* (epiderma), *scoarța* și *țesuturile cilindrului central.*

Zona apicală în care are loc diviziunea permanentă a celulelor și formarea meristemelor primare poartă numele de *zona diviziunii celulare (zona creșterii embrionare).* În această zonă, diviziunile celulare prezintă intesități diferite. Partea centrală este mai puțin activă sub aspect mitotic, de aceea este numită *centru de cviescență.* În schimb în zona periferică a meristemelor primordiale, la mică distanță de inițialele relativ liniștite, activitatea mitotică este comparativ foarte intensă. S-a pus în evidență

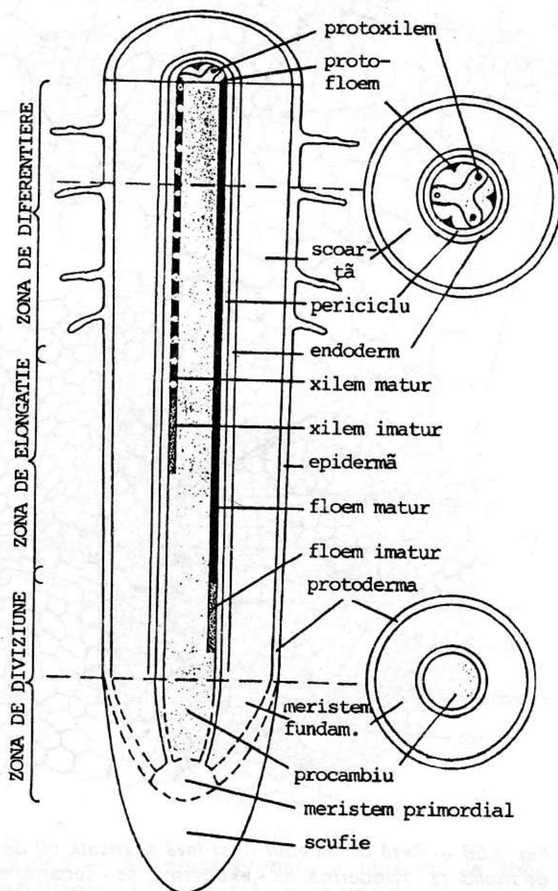
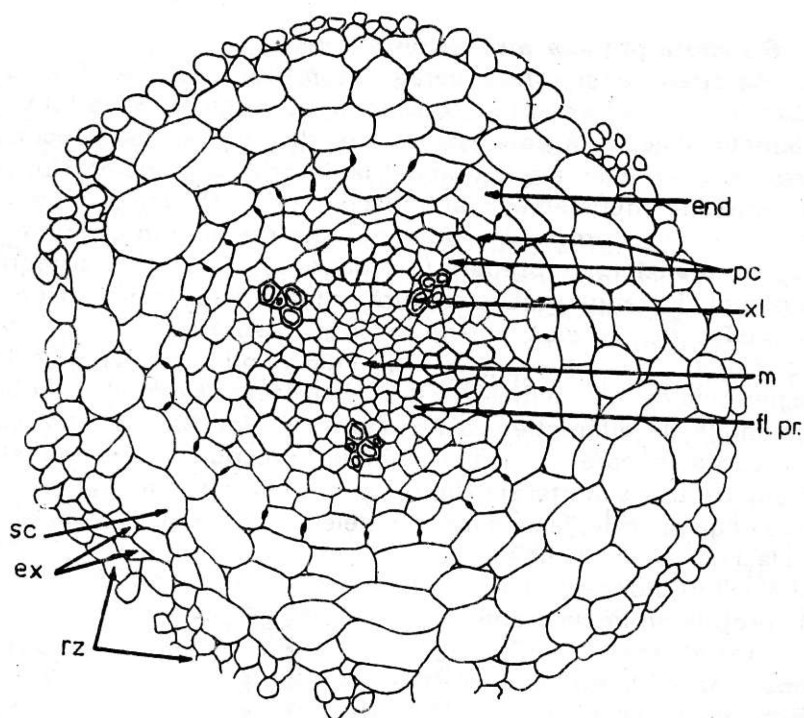


Fig. 3.5A — Dinamica formării structurii primare a rădăcinii



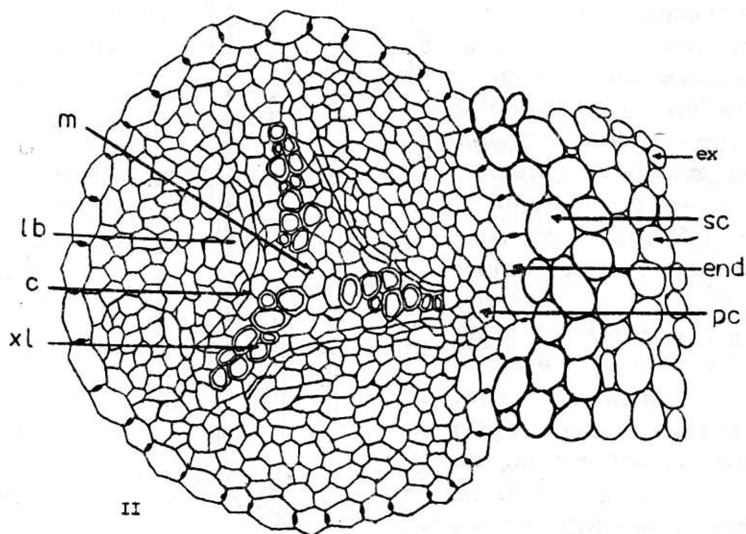


Fig. 3.5B — Fază de început (I) și fază avansată (II) de formare a structurii primare la rădăcina de molid: rz - rizodermă; ex - exodermă; sc - scoarță; end - endoderm; pc - periciclu; xl - xilem; fl. pr. - floem precursor; lb - fascicul liberian; m - metaxilem imatur; c - procambiu (original)

faptul că centrul de cviescență regenerează zonele meristematice limitrofe vătămate, precum și că este capabilă să genereze, în cultură de țesuturi, întreaga rădăcină (fără formare prealabilă de calus). Cele mai multe din celulele fiice produse din diviziune se îndepărtează de vârf bazipetal și încep să crească prin întindere mărindu-și dimensiunile. Această regiune numită *zonă de creștere prin întindere* (elongație), corespunde zonei netede a rădăcinii, unde intensitatea mitotică este redusă. Zona următoare este aceea a diferențierii și specializării, unde are loc formarea structurii celulare caracteristice fiecărui țesut. Această zonă corespunde regiunii pilifere, a cărei secțiune transversală evidențiază elementele unei structuri primare deplin constituite (rizoderma, scoarța și cilindrul central - Fig. 3.5 și 3.2).

b. *Organizarea internă a rădăcinii. Rizoderma (epiderma)* este învelișul exterior al rădăcinii, format dintr-un singur strat de celule parenchimatice strâns unite între ele, lipsite de cuticulă. La rădăcinile la care structura primară se menține o perioadă îndelungată sau la unele rădăcini aeriene, pereții celulelor rizodermei se cutinizează. Caracteristici pentru rizodermă sunt perișorii absorbanți care iau naștere din celulele acesteia, în regiunea piliferă. La plantele din genul *Citrus,* perișorii absorbanți se formează și din straturile de celule situate sub rizodermă. La plantele epifite *(Orchidaceae, Araceae),* rizoderma se transformă într-un țesut numit *velamen,* cu rol în absorbția și înmagazinarea apei din atmosferă.

Scoarța (parenchimul cortical) cuprinde un număr mare de straturi de celule vii de tip parenchimatic (Fig. 3.6), cu pereții celulozici și cu spații intercelulare, importante pentru aerația țesuturilor. Fac excepție primele 2-3 (5) straturi situate imediat sub epidermă, formate din celule

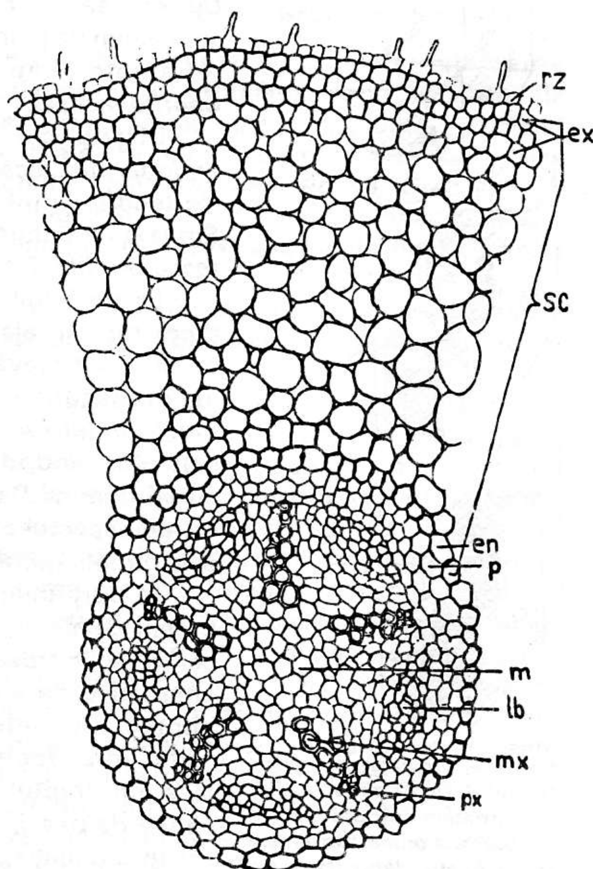


Fig. 3.6 — Structura primară a rădăcinii la stejar (secț. transv.): r - rizodermă; ex - exodermă; sc - scoarță; en - endoderm; p - periciclu; px - protoxilem; mx - metaxilem; lb - fascicul liberian; m - metaxilem imatur (original)

strâns unite între ele, cu pereții cutinizați, care alcătuiesc *cutisul (exoderma)*. Unele din celulele cutisului rămân nesuberificate, permițând schimbul cu mediul exterior. Pereții suberificați ai exodermei diminuează pierderea apei din rădăcină în solul uscat și apără planta de atacul microorganismelor. Sub exodermă se găsește *scoarța propriu-zisă*, alcătuită din mai multe straturi de celule ai căror protoplaști sunt interconectați prin numeroase plasmodesme care facilitează circulația substanțelor. La rădăcinile ce cresc la lumină, în celulele scoarței se găsește clorofilă, iar exoderma lipsește pentru a nu stânjeni pătrunderea razelor solare. În rădăcinile plantelor lemnoase, scoarța este formată mai ales din celule parenchimatice, pe când la plantele la care structura primară a rădăcinii se menține o perioadă îndelungată, se pot întâlni și alte categorii de țesuturi: sclerenchim (la *Gramineae, Cyperaceae*), laticifere, canale secretoare, aerenchim (la plantele de apă), celule cu îngroșări reticulate sau în benzi (la *Rosaceae, Caprifoliaceae*).

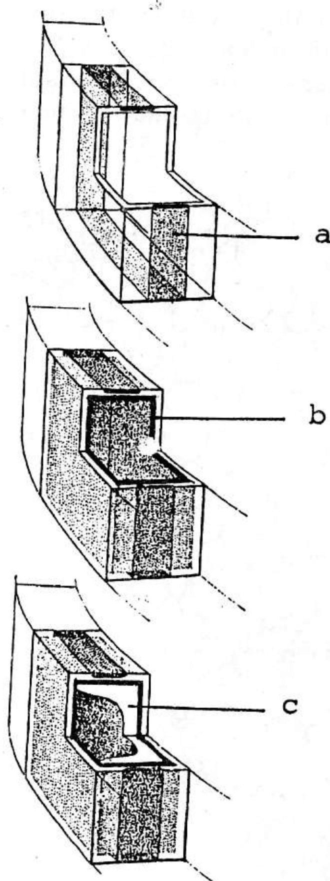


Fig. 3.7— Organizarea pereților la celulele endodermului: a - striațiile lui Caspary la endodermul primar; b - lamelă suberificată depozitată pe întreaga suprafață a peretelui intern la endodermul secundar; c - strat celulozic (adesea lignificat) ce acoperă lamela de suberină la endodermul terțiar

Stratul cel mai intern al scoarței este *endodermul*, alcătuit din celule strâns unite între ele (endodermul bistratificat este foarte rar - la *Smilax*) ce conțin amidon, de unde numele de *teacă amiliferă* care i se dă.

La rădăcinile tinere se formează un endoderm primar, alcătuit din celule ai căror pereți radiari sunt prevăzuți cu benzi dintr-o substanță asemănătoare suberinei, numite *benzile (striațiunile) lui Caspary* (Fig. 3.7). Protoplaștii celulelor endodermice sunt strâns lipiți de striațiunile lui Caspary. În secțiune transversală ele au aspectul unor îngroșări eliptice *(punctele sau punctuațiunile lui Caspary)*.

În porțiunile mai bătrâne ale rădăcinii, toți pereții celulelor endodermice devin uniform și centripet îngroșați (prin depunerea de straturi alternative de suberină și ceară care formează împreună o lamelă suberoasă), constituindu-se astfel un *endoderm secundar*. Unele celule (mai ales din dreptul fasciculelor lemnoase), numite *celule de pasaj*, rămân însă neîngroșate, având rol în circulația apei și a sărurilor minerale în rădăcină, în timp ce restul celulelor au rol protector și mecanic.

La monocotiledonatele xerofite și epifite, îngroșarea pereților celulari se continuă uniform

sau neuniform (în formă de potcoavă - Fig. 3.8) peste lamela de suberină, prin depunerea unui strat gros de celuloză (care adesea se lignifică), luând naștere astfel un *endoderm terțiar*.

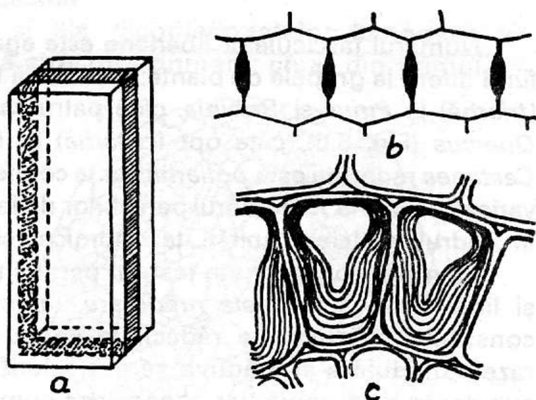


Fig. 3.8 — Endodermul rădăcinii: a - celulă cu striațiile (benzile) lui Caspary; b - endoderm primar (secț. transv.); c - endoderm terțiar (secț. transv.)

Cilindrul central (stelul, cilindrul vascular) cuprinde întreaga zonă centrală a rădăcinii și este delimitat de un strat (sau câteva straturi) de celule vii, mici, strâns unite între ele, dispuse în alternanță cu celulele endodermului, purtând numele de *periciclu*. Celulele sale au adesea caracter embrionar, generând radicele, elemente conducătoare sau un țesut pluristrat cu rol protector numit *poliderm* (la *Rosaceae, Myrtaceae* etc.). În rădăcinile bătrâne ale unor plante, periciclul poate fi sclerificat. Dintre plantele cu periciclu multistrat fac parte gimnospermele, câteva monocotiledonate *(Smilax, Agave, Dracaena)* și unele dicotiledonate ca *Quercus* (Fig. 3.6), *Morus, Salix, Castanea*. La unele plante, periciclul poate fi discontinuu (la *Carex*) sau poate lipsi complet (la *Equisetum*).

Sistemul conducător este format din *fascicule liberiene* și *fascicule lemnoase* dispuse alternativ și radiar (Fig. 3.6), alcătuite din vase și uneori, parenchim.

Fasciculele lemnoase sunt formate atât din vase lemnoase cu îngroșări inelate și spiralate și cu lumen mic, situate în apropierea periciclului, alcătuind împreună *protoxilemul*, cât și din vase de calibru mai mare, cu îngroșări reticulate sau cu punctuațiuni areolate, constituind *metaxilemul*. Ordinea dezvoltării vaselor lemnoase în fascicul este *centripetă (exarhă)*: mai întâi se formează protoxilemul cât timp rădăcina crește în lungime, iar apoi metaxilemul după încetarea creșterii în zona respectivă.

La cele mai multe plante, metaxilemul, comparativ mai dezvoltat, ocupă complet centrul rădăcinii, astfel partea lemnoasă se prezintă în secțiune sub forma unei coloane centrale cu crese radiare de protoxilem. Prin urmare cilindrul vascular al rădăcinii este de tip actinostel. La unele monocotiledonate în zona centrală a cilindrului vascular se găsește parenchim medular, interpretat adesea ca țesut vascular potențial.

Fasciculele liberiene sunt formate din vase de *protofloem*, cu calibru mai redus, localizate în apropierea periciclului, și din vase de *metafloem*, de calibru mai mare, care iau naștere mai târziu. Dezvoltarea floemului are loc, la fel ca și a xilemului, în sens *exarh*. În floemul unor plante (*Leguminosae* și *Malvaceae*) se pot găsi și fibre. La gimnosperme, primele vase liberiene nu sunt pe deplin specializate, acestea alcătuiesc așa-numitul *floem precursor*.

Numărul fasciculelor liberiene este egal cu cel al fasciculelor lemnoase, fiind diferit la grupele de plante: câte două la ferigi (*rădăcină diarhă*), câte trei (*triarhă*) la *Pinus* și *Robinia*, câte patru sau cinci (*tetrarhă* sau *pentarhă*) la *Quercus* (Fig. 3.6), câte opt (*octarhă*) la *Fagus;* la monocotiledonate și la *Castanea* rădăcina este *poliarhă*, iar la conifere numărul perechilor de fascicule variază de la 2 la 7. Numărul perechilor de fascicule poate însă oscila nu numai în cadrul aceleiași unități taxonomice, ci și în lungul aceleiași rădăcini.

La monocotiledonate țesutul parenchimatic dintre fasciculele de lemn și liber formează *razele medulare*, iar cel din centrul cilindrului central constituie *măduva*. La rădăcinile ce nu generează structură secundară, razele medulare și măduva se pot sclerifica, în alte cazuri înmagazinează substanțe de rezervă, iar alteori, așa cum s-a mai arătat, în locul măduvei se constituie metaxilem.

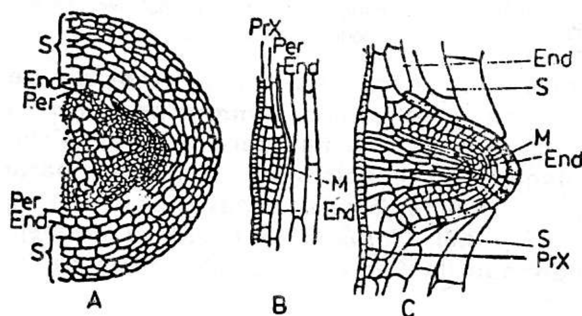


Fig. 3.9 — Histogeneza radicelelor: A - rădăcină primară (secț. transv.); B,C - stadii în formarea radicelelor (secț. long.); Per - periciclu; End - endoderm; S - scoarța; Prx - protoxilem; M - meristem

La unele rășinoase se formează în cilindrul central al rădăcinii canale rezinifere, adesea caracteristice ca număr și dispoziție (un canal în partea centrală la *Abies*, câte unul în protoxilem la *Picea*, mai multe în liberul primar la *Araucaria* etc.).

c. *Histogeneza și dispoziția radicelelor.* La gimnosperme și angiosperme radicelele își au originea în periciclu, fiind endogene (Fig. 3.9). Unele din celulele periciclului, situate în dreptul fasciculelor lemnoase, formează prin diviziuni periclinale și apoi anticlinale primordiul radicelar în care se individualizează meristemele primare cunoscute (protoderma, procambiul, meristemul fundamental). Pe măsura creșterii din primordiu, viitoarea radicelă străpunge țesuturile scoarței și iese în exterior. Aceasta nu prezintă nici un fel de legătură cu țesuturile pe care le străpunge prin acțiune mecanică. Probabil intervin și activități enzimatice, prin care unele celule corticale sunt lizate (digerate). La început, cilindrii vasculari ai radicelei și rădăcinii parentale nu sunt interconectați. Joncțiunea lor va avea loc mai târziu, când unele celule parenchimatice parentale se diferențiază în xilem și floem.

Mugurii adventivi de pe rădăcini și rădăcinile adventive se formeză în același mod. La majoritatea pteridofitelor, radicelele iau naștere din endoderm.

Radicelele sunt dispuse pe rădăcina principală în șiruri longitudinale (*ortostihuri*), al căror număr este diferit (două la rășinoase și leguminoase, opt la fag etc.), fiind legat de numărul fasciculelor lemnoase din cilindrul central. Când numărul ortostihurilor este egal cu cel al fasciculelor lemnoase, dispoziția radicelelor este *izostihă*, iar când este dublu, *diplostihă*.

B. **Structura secundară a rădăcinii**

Rădăcinile gimnospermelor și ale dicotiledonatelor lemnoase își păstrează o perioadă foarte scurtă structura primară; chiar din primul an al vieții lor încep să se îngroașe prin apariția structurii secundare.

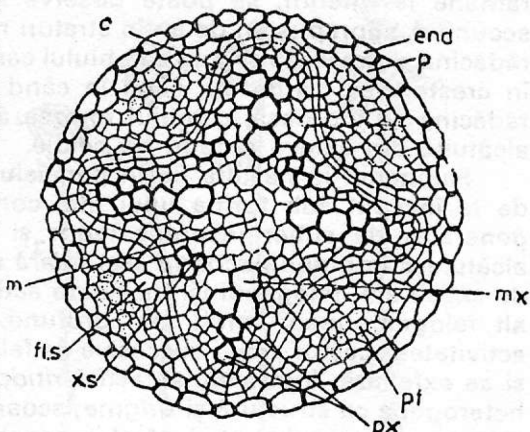


Fig. 3.10 — Stadiu inițial în formarea structurii secundare a rădăcinii: c - cambiu; xs - xilem secundar; fl. s - floem secundar; end - endoderm; p - periciclu; px - protoxilem; mx - metaxilem; m - metaxilem imatur; pf - floem primar

Dicotiledonatele ierboase și cele mai multe monocotiledonate rămân cu structură primară sau formează numai unele țesuturi secundare. În acest caz (exemplu *Ranunculus*) iau naștere arcuri cambiale în exteriorul xilemului și spre interiorul floemului, care prin diviziuni repetate generează elemente conducătoare secundare, rădăcina îngroșându-se astfel parțial, în timp ce în scoarță nu se formează elemente secundare.

La gimnosperme și la dicotiledonatele lemnoase, rădăcina se îngroașă prin activitatea a două zone generatoare, *cambiul* și *felogenul*.

Cambiul ia naștere la început sub forma unor arcuri: unele din resturile de procambiu dintre fasciculele lemnoase și liberiene și altele, în alternanță cu primele, din segmente de periciclu din dreptul protoxilemului. Ulterior, arcurile se racordează luând, în secțiune transversală, aspectul unui inel continuu dar sinuos (Fig. 3.10). Cambiul activează mai întâi monopleuric, numai spre interior și în dreptul floemului primar, producând prin diferențierea celulelor formate lemn secundar, care împinge în afară atât celulele zonei generatoare cât și cele ale floemului primar, iar, ca urmare, cambiul devine circular (Fig. 3.11). În continuare, cambiul va funcționa bipleuric, determinând diferențierea unui manșon de liber secundar către exterior și

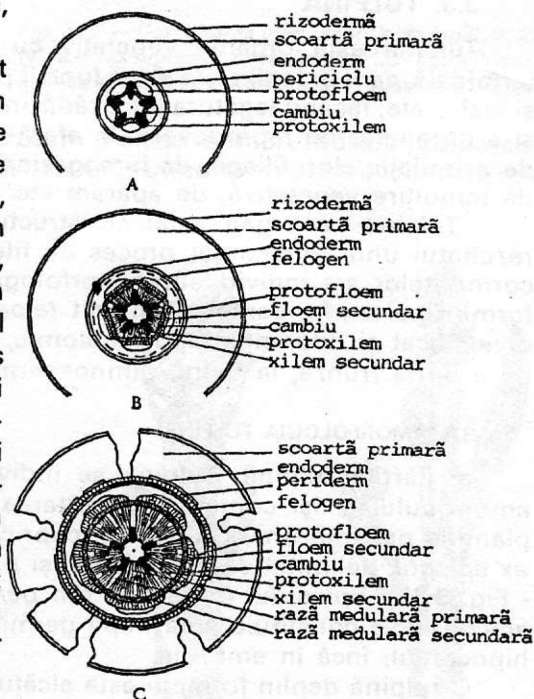


Fig. 3.11 — Dinamica formării structurii secundare a rădăcinii: A - apariția arcurilor cambiale; B - cambiu sinuos (stelat); C - cambiu inelat

a unuia de lemn secundar către interior. Liberul primar cu timpul dispare, fiind mereu împins către exterior și strivit, pe când xilemul primar, care rămâne la interior, se poate observa o perioadă îndelungată. Lemnul secundar, suprapus an de an în straturi noi peste lemnul primar, îngroașă rădăcina și presează asupra cambiului care pentru a cuprinde circumferința în creștere se divide din când în când și în sens radiar. Pe măsură ce rădăcina se îngroașă, cambiul formează din loc în loc și raze medulare alcătuite din câteva rânduri de celule.

Felogenul ia naștere fie în periciclu, fie în scoarța primară, apărând de la început sub forma unui inel continuu (în secțiune transversală), generator de suber înspre exterior și de feloderm spre interior, care alcătuiesc împreună *scoarța secundară* sau *peridermul*. După o perioadă de câțiva ani, felogenul își încetează activitatea, în locul lui luând naștere alt felogen, uneori mult mai profund, chiar în liberul secundar. Prin activitatea acestor arcuri succesive de felogen, țesuturile din exterior crapă și se exfoliază, formându-se astfel *ritidomul,* alcătuit din elemente foarte heterogene ca structură și origine (scoarță primară, suber, feloderm, liber primar și secundar etc.). Astfel constituită, structura rădăcinii nu se deosebește de cea a tulpinii decât prin ceea ce rămâne din structura primară.

3.3. TULPINA

Tulpina este organul vegetativ cu simetrie radiară și cu creștere terminală, care îndeplinește două funcții principale: conducerea sevei brute și elaborate, făcând legătura între rădăcină și frunze, și susținerea frunzelor și a organelor de reproducere. În afară de acestea, poate servi ca organ de asimilație clorofiliană, de înmagazinare a unor substanțe de rezervă, de înmulțire vegetativă, de apărare etc.

Tulpina ca organ axial cu structură anatomică determinată este rezultatul unui îndelungat proces de filogeneză. Primul organ aerian al cormofitelor s-a individualizat morfologic la pteridofitele primitive sub forma unui ax fundamental, numit *telom,* de pe un rizom orizontal. S-a diversificat și diferențiat apoi anatomic, mai ales în raport cu funcția sa de a purta frunze, la ferigi, gimnosperme și angiosperme.

3.3.1. MORFOLOGIA TULPINII

a. **Părțile tulpinii.** Tulpina se individualizează o dată cu formarea embrionului și își continuă dezvoltarea după germinare. Tulpinița unei plantule prezintă un *ax hipocotil,* cuprins între colet și cotiledoane și un *ax epicotil,* delimitat de cotiledoane și *protofile* (primele frunze adevărate - Fig. 3.12). Epicotilul ia naștere din *gemulă* (mugurаș). La multe plante epicotilul se constituie abia după germinare, la altele este prezent, ca și hipocotilul, încă în embrion.

O tulpină deplin formată este alcătuită din *noduri* și *internoduri* care se succed regulat în lungul axului. *Nodurile* sunt regiuni mult mai îngroșate la nivelul cărora se fixează frunzele. Segmentul cuprins între două noduri reprezintă un internod. Spre vârful tulpinii, internodurile sunt din ce în ce mai scurte. În axila frunzelor și la vârful tulpinii se găsesc muguri.

b. **Morfologia mugurilor.** Mugurele este un ax (o porțiune de tulpină) format din internoduri foarte scurte purtătoare de primordii și acoperite de frunzișoare protectoare. Un mugure prezintă următoarea organizare (Fig. 3.13): partea terminală este ocupată de *vârful vegetativ* (conul de creștere), unde sunt localizate meristemele apicale. Lateral, pe conul de creștere, începând de la bază spre vârf (acropetal), se diferențiază din straturile de celule externe *primordiile foliare,* la subsuoara cărora se formează *primordiile mugurilor axilari.*

La plantele lemnoase mugurii sunt protejați de *solzi* (catafile) rareori sunt nuzi (la *Frangula alnus* - Fig. 3.14, *Viburnum lantana*).

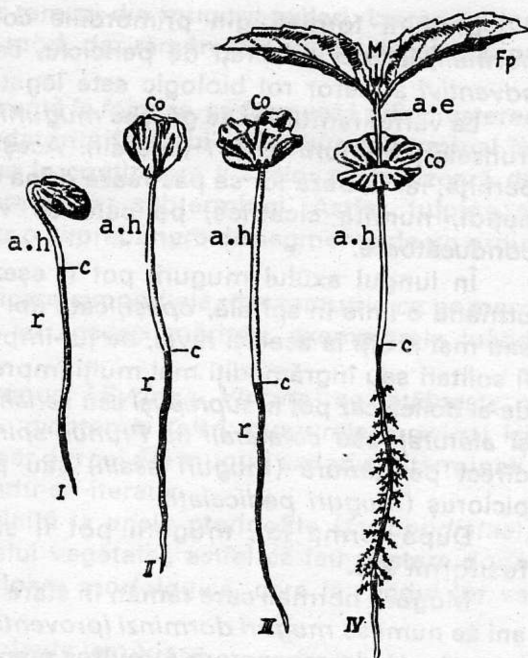


Fig. 3.12 — Dezvoltarea unei plantule de fag (I, II, III, IV): a.h - ax hipocotil; r - rădăcinită; Co - cotiledoane; a.e - ax epicotil; Fp - protofile; M - mugureș; C - colet

Mugurii diferă prin origine, mod de dispunere pe ax, formă și organele pe care le generează. Unele dintre aceste caracteristici precum și altele (numărul solzilor, culoarea, părozitatea etc.) constituie criterii sistematice importante pentru identificarea speciilor pe timp de iarnă.

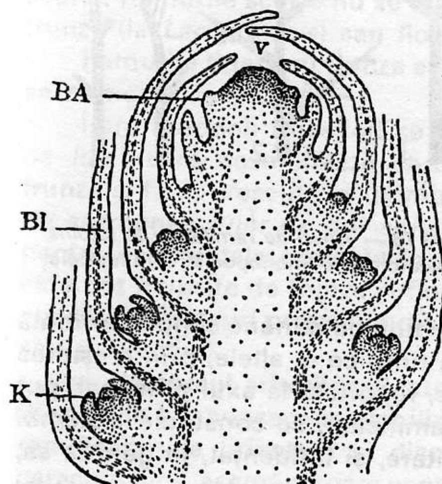


Fig. 3.13 — Organizarea unui mugure (secț. long): V - vârf vegetativ; BA - primordii foliare; Bl - frunză tânără; K - primordiu de mugure axilar



Fig. 3. 14 — Muguri cu solzi la Acer pseudoplatanus (A) și nuzi la Frangula alnus (B)

Mugurii formați din primordiile conului de creștere sunt *muguri normali*, iar cei generați de periciclu, cambiu sau felogen sunt *muguri adventivi* al căror rol biologic este legat de regenerare.

La vârful ramurilor se găsesc *mugurii terminali*, iar la noduri, în axilele frunzelor, *mugurii axilari* (laterali). Aceștia din urmă sunt dispuși pe o perniță, iar la baza lor se păstrează după căderea frunzelor urma lăsată de pețiol, numită cicatrice, pe care se văd adesea urmele fasciculelor conducătoare.

În lungul axului mugurii pot fi așezați *altern*, câte unul la un nod urmând o linie în spirală, *opuși*, câte doi față în față, și *verticilați*, câte trei sau mai mulți la același nivel, de jur-împrejurul axului. Mugurii axilari pot fi solitari sau îngrămădiți mai mulți împreună în axila unei frunze. În acest de-al doilea caz pot fi *suprapuși* sau *seriali* (la *Lonicera xylosteum* - Fig. 3.15) și *alăturați* sau *colaterali* (la *Prunus spinosa*). Inserția mugurilor poate fi direct pe ramură (*muguri sesili*) sau prinderea se realizează printr-un piciorus (*muguri pedicelați*).

După forma lor, mugurii pot fi sferici (globulari), ovoizi, conici, fusiformi etc.

Mugurii normali care rămân în stare de viață latentă timp de mai mulți ani se numesc *muguri dorminzi (proventivi)*. Existența lor asigură o rezervă importantă de regenerare a multor plante lemnoase (stejar, carpen, plop negru, sălcii etc.).

După natura organelor pe care le formează, se întâlnesc muguri *foliari*, *florali* și *micști*.

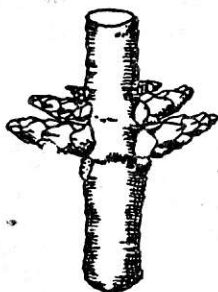


Fig. 3.15 — Muguri seriali (suprapuși) la Lonicera

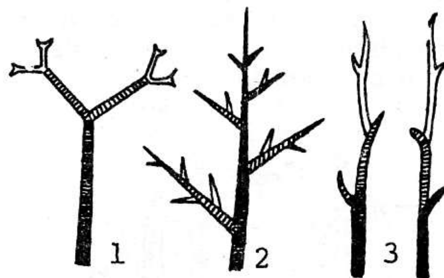


Fig. 3.16 — Tipuri de ramificare la tulpină:
1 - dicotomic; 2 - monopodial; 3 - simpodial

c. **Ramificarea tulpinii.** La unele plante tulpina rămâne simplă, formată numai din axul principal (*monocaulă*), în timp ce la altele, prin creșterea mugurilor axilari, iau naștere ramuri care, raportate la axul principal, pot fi de ordinul I, II, III etc. Ca rezultat al ramificării, se constituie *sistemul caulinar*, cu particularități specifice, ereditare, și influențat, în geneza sa, de condițiile de mediu.

Ramificarea plantelor urmează trei tipuri principale (Fig. 3.16):

Ramificarea monopodială, caracteristică rășinoaselor, întâlnită și la foioase (fag, stejar, frasin etc.), se realizează prin creșterea nedefinită a

axului principal și formarea unor ramuri din mugurii axilari. La rândul lor, ramurile laterale cresc în același mod, dar rămân mai scurte decât tulpina principală.

Ramificarea simpodială, frecventă la foioase, se formează prin creșterea definită a tulpinilor și ramurilor, datorită faptului că mugurele terminal își încetează activitatea, iar alungirea în continuare a axelor se realizează de fiecare dată din câte un mugure axilar subterminal. Astfel, tulpina și ramurile sale sunt constituite dintr-o suprapunere de segmente de un ordin din ce în ce mai mare.

Arbuștii au de obicei o ramificare simpodială, dar ramurile ce pornesc de la baza tulpinii, mai adesea au aceeași mărime, exemplarele luând aspect de *tufă*.

La unele plante cu muguri opuși (*Syringa, Viscum*) se întâlnește o variantă a ramificării simpodiale, *dicotomia falsă*: mugurele terminal își încetează creșterea, iar ramurile apar din cei doi muguri axilari subterminali, mai departe procesul desfășurându-se iterativ.

Ramificarea dicotomică, întâlnită la unele pteridofite (*Lycopodiatae*), se formează prin bifurcarea conului vegetativ, astfel că iau naștere două ramuri de aceeași grosime și valoare morfologică, care la rândul lor se ramifică în același mod.

d. **Tipuri de ramuri**. La multe plante lemnoase, diferitele ramuri cresc inegal, deosebindu-se astfel două tipuri principale (Fig. 3.17): *ramuri lungi* sau *macroblaste (dolichoblaste)* cu creșteri anuale normale, noduri rare și internodii lungi, și *ramuri scurte* sau *microblaste (brachiblaste)* cu creșteri anuale reduse, noduri dese și internodii foarte scurte. Ramurile scurte nu se ramifică, poartă însă frunze (la *Larix, Pinus*) sau flori (la *Malus*).

Ramurile tinere cu frunze sau cu frunze și flori se numesc *lăstari*.

Între termenii forestieri se întâlnește și acela de *lujer*, care desemnează partea de ramură cu frunze și flori, crescută în ultimul an (se utilizează de asemenea *lujer de doi ani* și *lujer de trei ani* pentru segmentele crescute în anii precedenți și care pot fi lipsite de frunze și flori, iar *lăstarii* sunt considerați ramuri provenite din muguri adventivi sau proventivi).



Fig. 3.17 — Macroblaste (A) și microblaste (B) la Fagus sylvatica

e. **Habitusul arborilor**. Pentru folosirea optimă a factorilor de mediu, la speciile lemnoase s-au stabilizat în decursul evoluției anumite tipuri de ramificare, de orientare și dispunere a ramurilor, care dau înfățișarea caracteristică, asemănătoare pentru toate exemplarele din specia respectivă crescute în condiții cenotice și staționale normale. Totalitatea ramurilor și frunzelor (a florilor și fructelor) alcătuiesc *coroana arborelui*. Caracteristicile coroanei determină înfățișarea generală a arborilor sau *habitusul (portul)*

acestora. Se deosebesc arbori cu coroană sferică, globulară, columnară, piramidală, pendentă, turtită etc.

La aceeaşi specie, portul arborilor crescuţi izolat diferă de cel al exemplarelor din pădure. Astfel, arborii din pădure prezintă o *formă forestieră,* manifestată prin coroana strânsă, din ramuri mai puţine, grupate spre vârf, trunchiul fiind comparativ mai lung. Arborii crescuţi izolat îmbracă o *formă specifică,* determinată de o dezvoltare mai largă a coroanei, care este formată din ramuri numeroase şi dispusă pe un trunchi mai scurt şi îngroşat la bază.

f. **Tipuri morfologice de tulpini.** La clasificarea numeroaselor forme de tulpini constituite în cursul evoluţiei, în raport cu marea diversitate a condiţiilor în care vieţuiesc plantele, se au în vedere diferite criterii. Astfel, după mediul în care trăiesc, se deosebesc tulpini *aeriene, subterane* şi *acvatice.*

f_1. *Tulpini aeriene.* Prezintă mai multe tipuri, în raport cu modul de organizare, forma secţiunii, orientarea în spaţiu, consistenţă, durata vieţii etc.

- În raport cu modul de organizare, tulpinile pot fi *articulate* şi *nearticulate.* Din prima categorie fac parte tulpinile alcătuite din noduri şi internoduri evidente cum sunt: *caulul,* tulpină ramificată, mică şi verde, cu internodii pline sau goale, întâlnită la numeroase plante ierboase; *culmul (paiul),* neramificat, cu noduri umflate, internodii lungi şi goale în interior, rar pline (la *Gramineae*); *calamusul,* fără noduri umflate, plin cu măduvă spongioasă, iar frunzele localizate la bază (la *Scirpus, Juncus*); *scapul,* alcătuit dintr-un singur internod lipsit de frunze (la *Galanthus, Primula*). Dintre tulpinile nearticulate, amintim *caudexul,* de consistenţă cărnoasă, cu o rozetă de frunze la bază (la *Agave, Sempervivum*) şi *stipesul,* tulpina palmierilor, neramificată, iar în vârf cu un buchet de frunze.

- Ţinând cont de orientarea lor în spaţiu, tulpinile aeriene pot fi *ortotrope* (cu creştere verticală) şi *plagiotrope* (cu poziţie oblică sau orizontală) (Fig. 3.18).

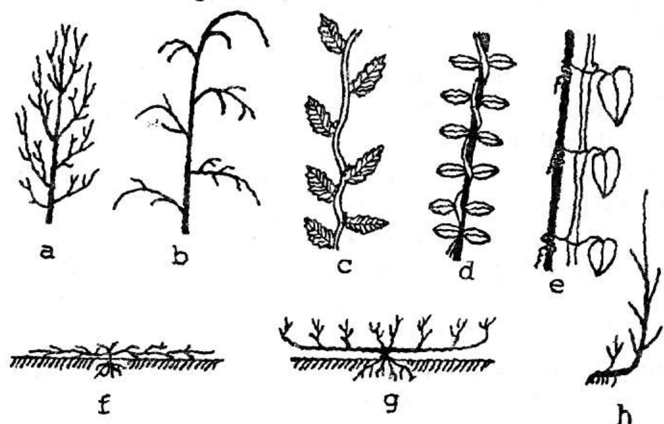


Fig. 3.18 — Tipuri de tulpini după orientarea în spaţiu: a - erect; b - nutant; c - geniculat; d - volubil; e - agăţător; f - repent; g - procumbent; h - ascendent

La tulpinile ortotrope deosebim următoarele tipuri: *drept (erect),* întâlnit la majoritatea plantelor; *nutant,* cu vârful recurbat (la *Salvia nutans*); *geniculat,* cu internodiile formând genunchiuri obtuze (la *Alopecurus geniculatus*), *urcător (scandent),* cu poziţie verticală prin prindere de suport; acestea din urmă, la rândul lor, pot fi *agăţă-*

toare, fixate de suport prin rădăcini adventive (la *Hedera helix*), prin cârcei (la *Vitis*) ori pețiolii frunzelor (la *Clematis*), sau *volubile,* răsucite în jurul suportului (la *Humulus lupulus*).

La tipul plagiotrop aparțin tulpinile *târâtoare (repente),* întinse la suprafața solului și prevăzute cu rădăcini adventive (adesea la *Alnus viridis*), *prostrate,* culcate la pământ împreună cu ramurile lor (la *Salix retusa*) dar fără rădăcini adventive, *procumbente,* culcate la pământ, cu vârful și ramurile îndreptate în sus (la *Cytisus procumbens*) și *ascendente,* cu baza paralelă la suprafața solului, iar restul arcuit în sus (la *Pinus mugo*).

- După consistența lor, se deosebesc tulpini *ierboase (ierbacee), cărnoase* și *lemnoase.* Plantele cu tulpini lemnoase pot fi *arbori* (cu înălțimi mai mari de 7 m), *arbuști* (înălțimea nu depășește 7 m) și *subarbuști* (cu înălțimea până la 1 m, iar tulpina lignificată numai la bază).

Tulpini aeriene metamorfozate (adaptate la îndeplinirea unor funcții nespecifice) (Fig. 3.19). La unele plante, anumite ramuri se transformă în organe de apărare (spini la *Crataegus, Gleditsia* etc.), în organe de fixare (cârcei la *Vitis* etc.) sau în organe cu rol asimilator cum sunt *filocladiile,* ramuri lățite asemănătoare unor frunze (la *Ruscus*), și *cladodiile,* tulpinile lățite, lipsite de frunze (la *Genista sagittalis*). La *Sarothamnus* funcția de asimilație o preiau *tulpinile virgate,* cu aspect de nuiele prevăzute cu creste longitudinale (muchiate) care măresc suprafața asimilatoare, cu frunzele reduse. Alte tulpini aeriene se tuberizează, înmagazinând substanțe de rezervă, în întregime (la sagotier - *Metroxylon*) sau numai un singur internod (la *Orchidaceae*).

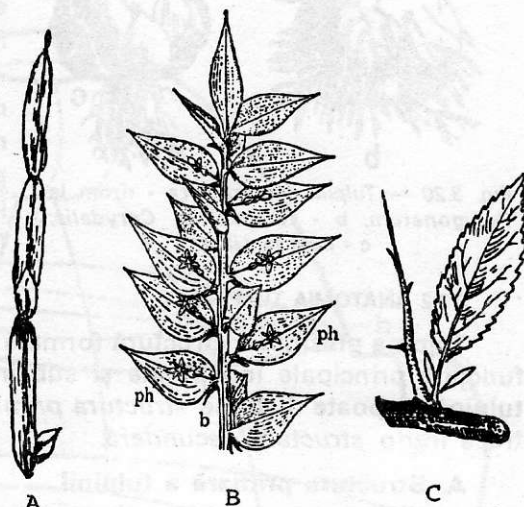


Fig. 3.19 — Tulpini aeriene metamorfozate: A - cladodii - la *Genista sagittalis;* B - filocladii la *Ruscus aculeatus;* ph - filocladii cu flori; b - frunze solzoase; c - spini la *Crataegus*

Unele plante produc muguri axilari tuberizați, care se desprind de planta mamă și servesc la înmulțirea vegetativă. Dacă tuberizarea are loc pe seama axului mugurelui, se formează *tuberule* (la *Ficaria verna*), iar când se tuberizează frunzișoarele mugurelui, atunci iau naștere *bulbile* (la *Cardamine bulbifera*).

f_2. *Tulpini subterane* (Fig. 3.20) sunt adaptate pentru depozitarea unor substanțe de rezervă, pentru înmulțirea vegetativă sau servesc ca organe de rezistență. Se cunosc următoarele tipuri de tulpini subterane: *rizomii,* cu internodii scurte, la noduri cu frunze rudimentare și rădăcini adventive

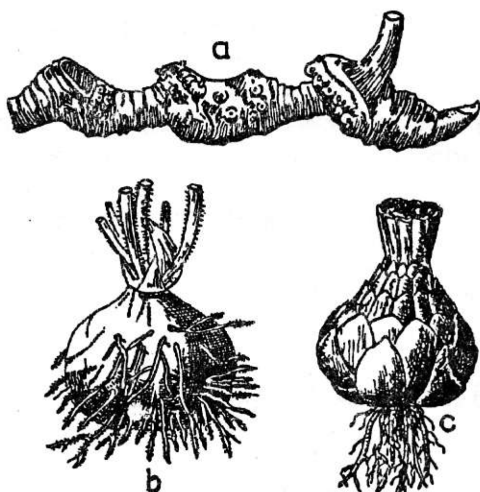


Fig. 3.20 — *Tulpini subterane:* a - rizom la *Polygonatum;* b - tubercul la *Corydalis;* c - bulb la *Lilium*

(la *Polygonatum*), *tuberculii,* axe hipocotilare sau vârfuri de stoloni subterani tuberizați și cărnoși, la noduri cu frunze rudimentare și muguri (la *Corydalis*), *bulbii,* microblaste de forma unor discuri, acoperite cu frunze cărnoase ce conțin substanțe de rezervă (la *Lilium*), *bulbotuberii,* microblaste subterane protejate de câteva frunzișoare subțiri (la *Colchicum*).

f_3. *Tulpini acvatice.* Se caracterizează prin prezența aerenchimurilor și pot fi *natante* la plantele plutitoare (la *Salvinia*) și *submerse* la plantele care trăiesc scufundate (la *Utricularia*).

3.3.2 ANATOMIA TULPINII

Tulpina prezintă o structură formată în decursul evoluției, în raport cu funcțiile principale îndeplinite și sub influența condițiilor de mediu. La tulpină se poate distinge *structura primară* care, la plantele lemnoase, va trece într-o *structură secundară.*

A. Structura primară a tulpinii

a. *Histogeneza și diferențierea țesuturilor primare*

Țesuturile definitive din structura primară a tulpinii iau naștere prin activitatea meristemelor apicale și cu participarea meristemelor intercalare.

Vârful vegetativ, prin diviziunea repetată a celulelor, crește în lungime, fiind mereu împins înainte, și totodată se îngroașă în mod primar. Celulele rezultate, care succed conul vegetativ, se specializează treptat constituind astfel țesuturile definitive ale structurii primare.

Organizarea meristemelor apicale ale tulpinii, față de cea a rădăcinii, este mult mai complexă, deoarece aceste meristeme, pe lângă formarea de celule pentru structura primară, sunt implicate și în geneza primordiilor foliare și a primordiilor mugurilor axilari producători de ramuri. La aceasta se mai adaugă și lipsa la tulpină a unui înveliș protector al vârfului vegetativ.

La plantele lemnoase apexul tulpinii (de la axul principal și ramuri) este constituit din două regiuni, *tunică și corpus* (S c h m i d t, 1924), care se disting după modul de orientare a planurilor de diviziune celulară. Tunica este formată din stratul (straturile) periferic ale cărui celule se divid anticlinal și contribuie mai ales la creșterea în suprafață. Corpusul constă dintr-o masă de celule cu poziție interioară, care se divid după planuri diverse, realizând astfel creșterea în volum. Fiecare din straturile tunicii, cât și corpusul au inițiale distincte.

Corpusul este mai puțin omogen decât tunica. Zona situată imediat sub inițialele tunicii, constituită din celule cu vacuole evidente, reprezintă *zona celulelor mamă centrale,* care după unii autori ar coincide în mare măsură cu corpusul, iar după alții numai cu inițialele sale. În acest spațiu diviziunile celulare sunt mai puțin frecvente, de aceea a mai fost numit și *meristem de așteptare* (B u v a t, 1952). Zona celulelor mamă centrale este înconjurată de un *meristem periferic* care provine atât din corpus cât și din tunică și care este foarte activ sub raport mitotic. La interior față de celulele mamă centrale este localizat *meristemul medular,* alcătuit din celule dispuse în șiruri (Fig. 3.21 și 3.22).

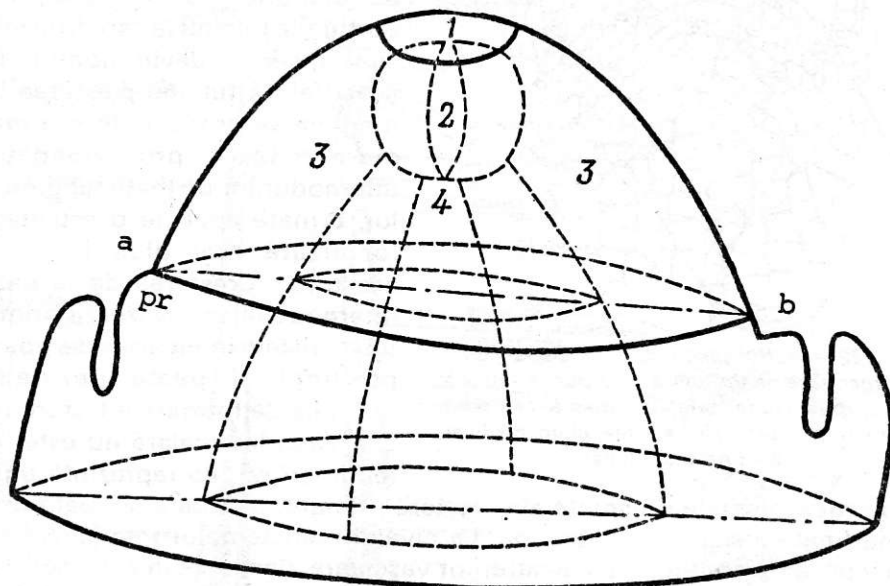


Fig. 3.21 — Vârful vegetativ la lăstarul de Abies (schemă): 1 - zona inițialelor tunicii și corpusului; 2 - zona celulelor mamă centrale; 3 - zona meristemului periferic; 4 - zona meristemului medular; pr - primordii foliare; planul a-b delimitează meristemele apicale situate deasupra celui medular

În evoluția vârfului vegetativ al lăstarului, în cele din urmă se vor constitui regiunile meristematice primare: *protoderma, procambiul* și *meristemul fundamental.*

Protoderma își are originea în stratul extern al tunicii. Procambiul și o parte a meristemului fundamental (care formează scoarța și uneori regiunea externă a măduvei) sunt generate de meristemul periferic, din care iau naștere și primordiile foliare. Restul de meristem fundamental (din care se formează măduva sau numai partea ei centrală) provine din meristemul medular.

Deși constituirea țesuturilor primare (histogeneza) se realizează prin parcurgerea acelorași etape (diviziune, elongație și diferențiere), în lungul axului tulpinii, spre deosebire de rădăcină, nu se disting cele trei zone

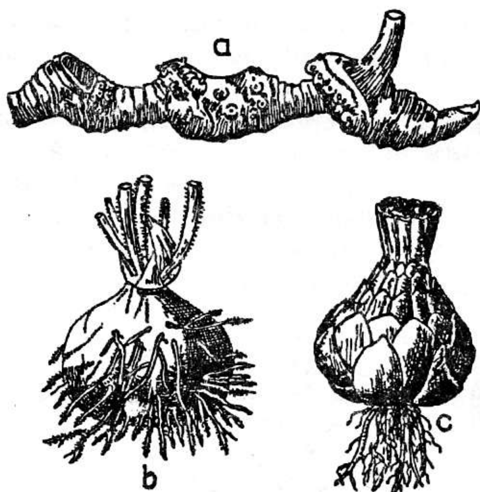


Fig. 3.20 — *Tulpini subterane:* a - rizom la *Polygonatum;* b - tubercul la *Corydalis;* c - bulb la *Lilium*

(la *Polygonatum*), *tuberculii,* axe hipocotilare sau vârfuri de stoloni subterani tuberizați și cărnoși, la noduri cu frunze rudimentare și muguri (la *Corydalis*), *bulbii,* microblaste de forma unor discuri, acoperite cu frunze cărnoase ce conțin substanțe de rezervă (la *Lilium*), *bulbotuberii,* microblaste subterane protejate de câteva frunzișoare subțiri (la *Colchicum*).

f_3. *Tulpini acvatice.* Se caracterizează prin prezența aerenchimurilor și pot fi *natante* la plantele plutitoare (la *Salvinia*) și *submerse* la plantele care trăiesc scufundate (la *Utricularia*).

3.3.2 ANATOMIA TULPINII

Tulpina prezintă o structură formată în decursul evoluției, în raport cu funcțiile principale îndeplinite și sub influența condițiilor de mediu. La tulpină se poate distinge *structura primară* care, la plantele lemnoase, va trece într-o *structură secundară.*

A. Structura primară a tulpinii

a. *Histogeneza și diferențierea țesuturilor primare*

Țesuturile definitive din structura primară a tulpinii iau naștere prin activitatea meristemelor apicale și cu participarea meristemelor intercalare.

Vârful vegetativ, prin diviziunea repetată a celulelor, crește în lungime, fiind mereu împins înainte, și totodată se îngroașă în mod primar. Celulele rezultate, care succed conul vegetativ, se specializează treptat constituind astfel țesuturile definitive ale structurii primare.

Organizarea meristemelor apicale ale tulpinii, față de cea a rădăcinii, este mult mai complexă, deoarece aceste meristeme, pe lângă formarea de celule pentru structura primară, sunt implicate și în geneza primordiilor foliare și a primordiilor mugurilor axilari producători de ramuri. La aceasta se mai adaugă și lipsa la tulpină a unui înveliș protector al vârfului vegetativ.

La plantele lemnoase apexul tulpinii (de la axul principal și ramuri) este constituit din două regiuni, *tunică și corpus* (S c h m i d t, 1924), care se disting după modul de orientare a planurilor de diviziune celulară. Tunica este formată din stratul (straturile) periferic ale cărui celule se divid anticlinal și contribuie mai ales la creșterea în suprafață. Corpusul constă dintr-o masă de celule cu poziție interioară, care se divid după planuri diverse, realizând astfel creșterea în volum. Fiecare din straturile tunicii, cât și corpusul au inițiale distincte.

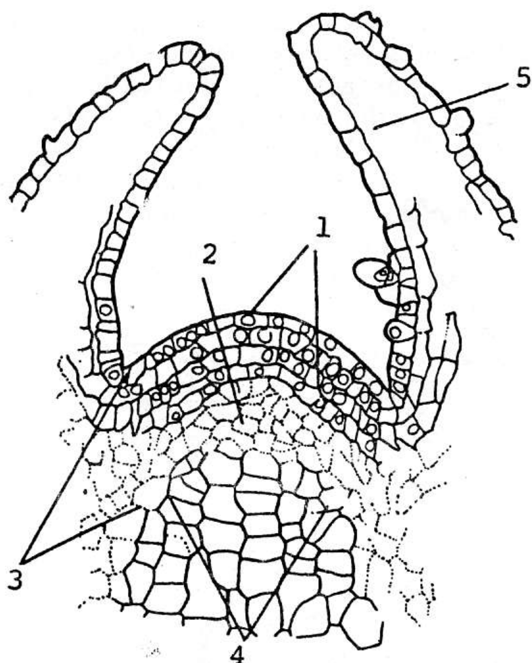


Fig. 3.22 — Vârful unei tulpini de angiospermă cu organizare de tip tunică – corpus: 1 - tunică; 2 - corpus (zona celulelor mamă centrale); 3 - meristem periferic; 4 - meristem medular; 5 - primordiu foliar

corespunzătoare. Astfel, în timpul creşterii active, meristemele apicale ale tulpinii generează primordiile foliare într-o succesiune aşa de rapidă că primordiile apar strâns apropiate unele de altele, de aceea nodurile şi internodurile nu se pot distinge. Treptat, creşterea începe să se localizeze între nivelurile de dispunere a frunzelor, iar porţiunile tulpinii la care frunzele sunt inserate devin noduri. În acest fel, la tulpină creşterea în lungime se produce, în cea mai mare măsură, prin elongaţia internodurilor pe toată lungimea lor, urmată apoi de o activitate localizată mai ales la baza acestora. Creşterea de la baza internodului se realizează printr-un meristem intercalar şi se poate prelungi şi peste perioada normală de formare a lăstarului. Creşterea intercalară nu este un fenomen rar, ea reprezintă unul dintre mecanismele obişnuite ale creşterii primare, prin care se realizează forma finală a sistemului caulinar. La nivelul meristemelor intercalare nu este întreruptă continuitatea ţesuturilor vasculare, deoarece în zona acestor meristeme se diferenţiază elemente de xilem primar şi floem primar (mai ales protoxilem şi protofloem) prin care sunt racordate regiunile complet diferenţiate ale internodurilor.

În acelaşi timp cu creşterea în lungime a lăstarului, are loc şi o îngroşare primară limitată, prin diviziuni longitudinale ale celulelor scoarţei şi măduvei şi mărirea lor.

Ţesuturile definitive ale tulpinii primare iau naştere treptat în zona de diferenţiere (Fig. 3.23).

Foarte curând se va diferenţia epiderma cu formaţiunile sale, apoi începe formarea parenchimurilor corticale şi medulare, între care se va individualiza un *inel procambial* alcătuit din şuviţe (cordoane), ce sunt foarte apropiate la plantele lemnoase, astfel că inelul se prezintă aproape continuu. Procambiul va da naştere, spre faţa externă, mai întâi liberului (floemului) primar, iar mai târziu, spre faţa internă, se vor diferenţia elementele lemnului (xilemului) primar, astfel că rezultă fascicule libero-lemnoase, la dicotiledonate şi gimnosperme de tip *colateral deschis* (între liber şi lemn se menţine o pătură de celule procambiale), iar la monocotiledonate de tip *colateral închis* (cordoanele procambiale s-au

diferențiat în întregime în elemente conducătoare). La dicotiledonatele capabile de îngroșări secundare, pătura procambială din fasciculele primare va deveni cambiu intrafascicular, generator de elemente secundare. La *Tilia, Syringa* etc., ca o consecință a faptului că procambiul este de la început inelar și continuu, liberul și lemnul primar au, de asemenea, formă de inele. Aceste inele sunt străbătute la *Coniferales, Acer, Salix* etc. de raze medulare foarte înguste. Când inelul de procambiu devine cambiu, va fi generat floem și xilem secundar, tot inelar, cu raze medulare foarte înguste, astfel că limita dintre țesuturile primare și cele secundare este mai greu de precizat.

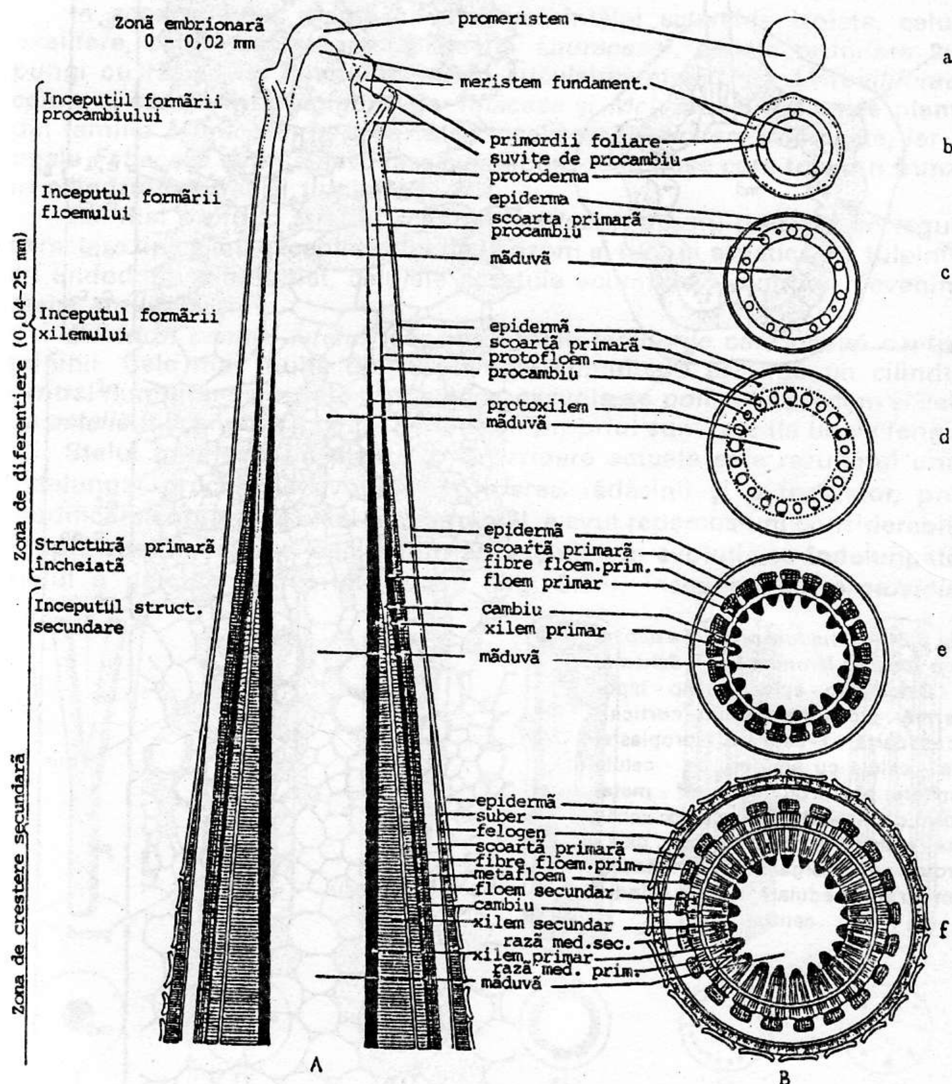


Fig. 3.23 — Vârful tulpinii unei dicotiledonate lemnoase:
A - Secț. long.; B - Secț. transv. (a,b,c,d,f)

b. *Organizarea internă a tulpinii*

În structura primară a tulpinii se disting, aşa cum s-a mai arătat, trei regiuni: *epiderma, scoarţa* şi *cilindrul central* (Fig. 3.24).

Epiderma este formată dintr-un singur strat de celule strâns unite, cu pereţii exteriori cutinizaţi, în mod obişnuit lipsite de cloroplaste, dar putând conţine în sucul vacuolar substanţe colorante dizolvate.

Formaţiunile epidermice (peri, stomate) sunt de regulă prezente, excepţie făcând tulpinile subterane.

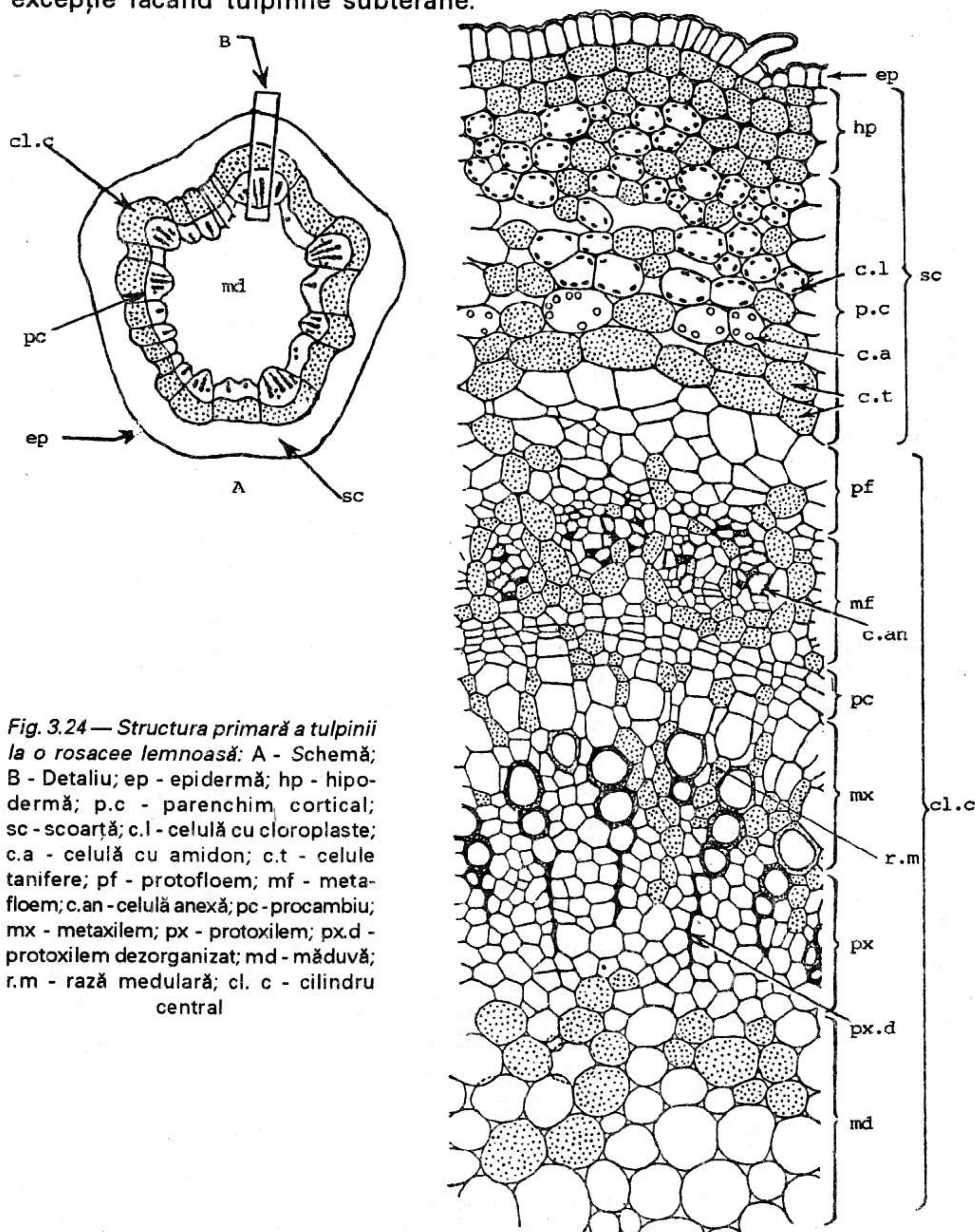


Fig. 3.24 — Structura primară a tulpinii la o rosacee lemnoasă: A - Schemă; B - Detaliu; ep - epidermă; hp - hipodermă; p.c - parenchim cortical; sc - scoarţă; c.l - celulă cu cloroplaste; c.a - celulă cu amidon; c.t - celule tanifere; pf - protofloem; mf - metafloem; c.an - celulă anexă; pc - procambiu; mx - metaxilem; px - protoxilem; px.d - protoxilem dezorganizat; md - măduvă; r.m - rază medulară; cl. c - cilindru central

Scoarța este constituită în mare măsură din parenchim multistratificat, cu celule mari ai căror pereți sunt celulozici și subțiri, între ele cu numeroase spații intercelulare. Adesea, primele straturi ale scoarței conțin cloroplaste, putând astfel participa la fotosinteză, în timp ce în straturile scoarței interne se pot acumula diferite substanțe de rezervă.

La unele plante, straturile periferice sunt reprezentate prin colenchim și uneori sclerenchim, formând o *hipodermă*. În general, zona de colenchim ia naștere spre periferia scoarței, pe când cea de sclerenchim, când se constituie, se dispune în profunzimea acesteia. Hipoderma poate apărea sub forma unei teci continui subepidermice (la *Ranunculus*) sau sub forma unor cordoane (la *Lamiaceae*).

În scoarța unor plante se mai pot întâlni sclereide izolate, celule oxalifere, celule secretoare izolate (la *Lauraceae*), canale rezinifere sau pungi cu rășină (la conifere), pungi cu uleiuri eterice (la *Umbelliferae*), celule și canale mucilagigene (la *Tiliaceae* și *Malvaceae*). La unele plante din familia *Moraceae*, în scoarță se localizează *laticifere* ramificate, iar la unele *Fabaceae* se întâlnesc fascicule libero-lemnoase care trec din frunze în cilindrul central al tulpinii.

Cel mai profund strat al scoarței, *endodermul*, nu prezintă de regulă caractere tipice, cu excepția celui de la rizom și tulpini acvatice. La tulpinile cu endoderm diferențiat, celulele acestuia acumulează amidon devenind *teacă amiliferă*.

Cilindrul central (stelul) cuprinde toate țesuturile care ocupă centrul tulpinii. Cele mai multe dintre plantele superioare prezintă un cilindru central numindu-se astfel *monostelice*, cazurile de *polistelie* precum și cele de *astelie* (fiecare fascicul are endoderm propriu) sunt rare (la unele ferigi).

Stelul (monostelul) plantelor superioare actuale este rezultatul unui îndelungat proces de evoluție. Formarea rădăcinii și a frunzelor, prin modificarea organului axial fundamental, a avut repercusiuni considerabile asupra vascularizării și deci a formării stelului. În evoluția sa îndelungată, stelul a parcurs mai multe etape (Fig. 3.25), începând cu *protostelul*

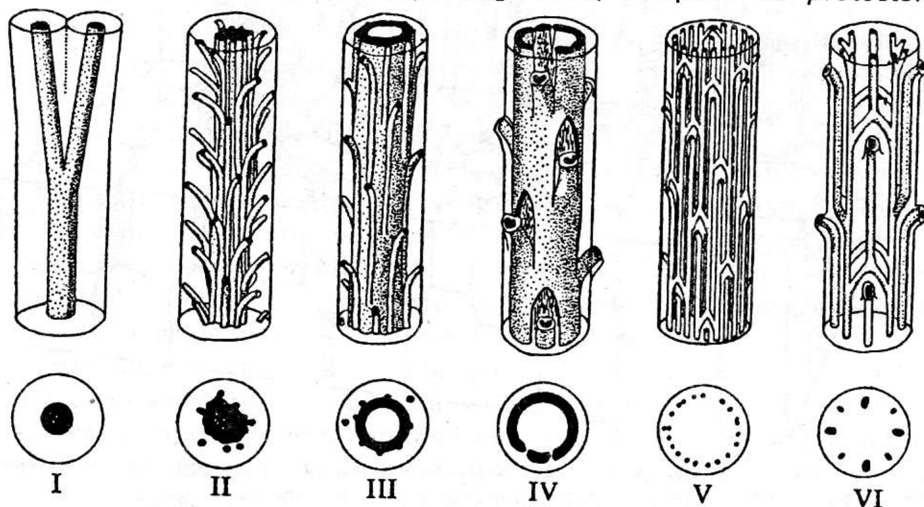


Fig. 3.25 — Tipuri de stel din tulpină: I - protostel; II - actinostel; III - sifonostel; IV - dictyostel; V,VI - eustel

ferigilor primitive (ca *Rhynia*), format dintr-o coloană centrală continuă de xilem, înfăşurat de o teacă de floem, continuând cu *actinostelul* de la *Asteroxylon*, al cărui xilem era prevăzut cu şanţuri şi creste (în secţiune stelat), apoi cu *sifonostelul* unor ferigi actuale (*Filicatae*), cu o coloană de măduvă parenchimatică în centrul coloanei de lemn, *dictyostelul* ferigilor mai evoluate, caracterizat prin întreruperi radiare la nivelul manşoanelor de liber şi lemn datorită ieşirii vaselor ce trec în ramuri, şi terminând cu *eustelul* gimnospermelor şi dicotiledonatelor, alcătuit din fascicule dispuse ordonat pe un cerc, despărţite prin raze medulare, şi *atactostelul* monocotiledonatelor, cu numeroase fascicule împrăştiate în măduvă.

Stelul este format din fascicule conducătoare şi măduvă cu raze medulare.

Fasciculele conducătoare sunt, spre deosebire de rădăcină, mixte (libero-lemnoase), mai răspândite la gimnosperme şi dicotiledonate fiind cele de tip colateral-deschis (Fig. 3.26), iar la monocotiledonate cele de tip

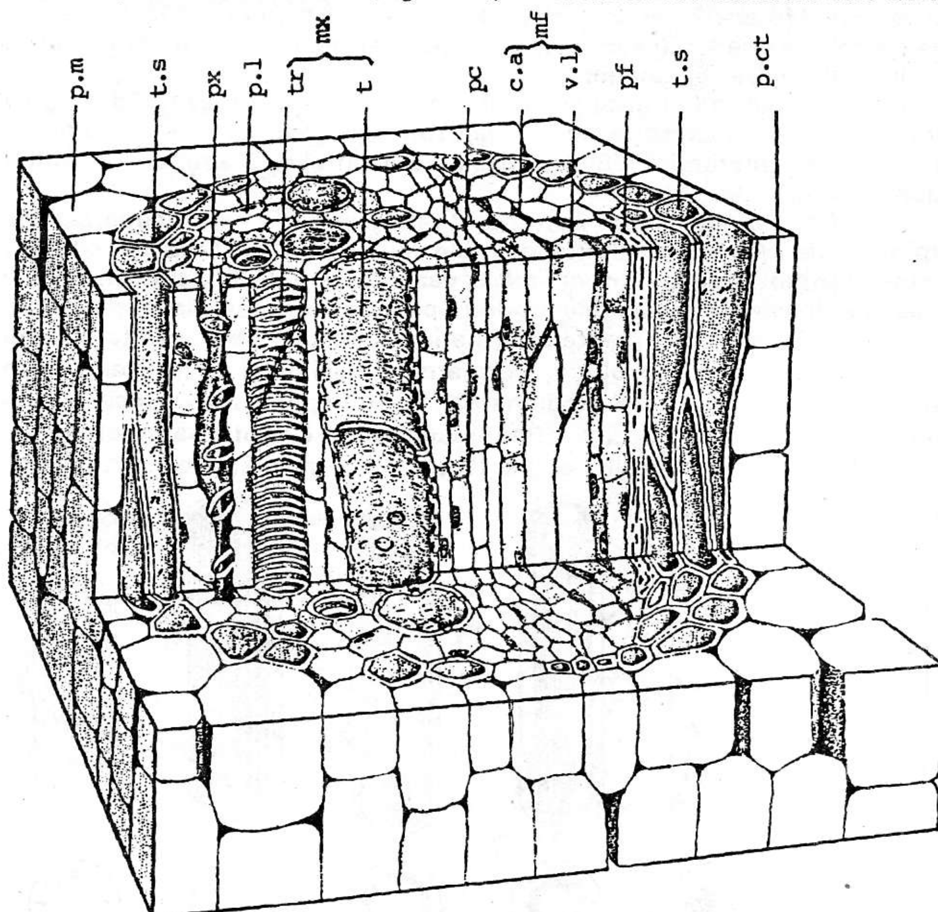


Fig. 3.26 — Fascicul libero-lemnos colateral deschis (secţ. transv. şi secţ. long.): p.m - parenchim medular; t.s - teacă de sclerenchim; px - protoxilem (rest de traheidă inelată); p.l - parenchim lemnos; tr - traheidă; t - trahee; mx - metaxilem; pc - procambiu; c.a - celulă anexă; v.l - vas liberian; mf - metafloem; p.f - protofloem strivit; p.ct - parenchim cortical

colateral închis sau cele leptocentrice; fasciculele bicolaterale sunt mai puțin frecvente (la *Myrtaceae, Gentianaceae* etc.).

În fasciculul colateral, diferențierea floemului are loc centripet, protofloemul fiind spre exterior, lângă stratul cortical cel mai intern, iar metafloemul mai spre centru. Curând după încheierea alungirii internodale, o parte a protofloemului fiind dezorganizat, restul celulelor floemice rămase se diferențiază în fibre ce se constituie într-un manșon dispus la periferia fasciculelor. Această zonă de fibre floematice primare a fost considerată de autorii mai vechi ca fiind periciclu.

Diferențierea xilemului în fascicul are loc centrifug, protoxilemul aflându-se lângă măduvă, iar metaxilemul lângă procambiu. La unele specii, fasciculele sunt înconjurate de arcuri de sclerenchim protectoare față de acțiuni mecanice.

La gimnosperme și dicotiledonate, al căror cilindru central este de tip eustel, fasciculele libero-lemnoase sunt dispuse ordonat sub formă de inel, separate de raze medulare. La multe specii țesuturile vasculare primare se dispun sub forma unui manșon (teacă) libero-lemnos, străbătut de raze medulare înguste. La monocotiledonate, cilindrul central, care este un atactostel, prezintă fasciculele libero-lemnoase împrăștiate, așa cum s-a arătat.

În centrul tulpinii se găsește *măduva,* formată din celule cu pereții subțiri, celulozici sau lignificați (sclerenchim la *Ruscus*). La unele specii tulpinile devin fistuloase, prin formarea în zona medulară a unei lacune. Prelungirile măduvei printre fasciculele libero-lemnoase poartă numele de raze medulare.

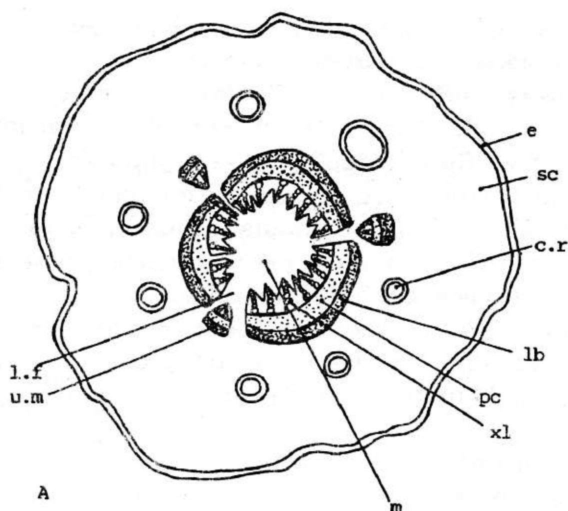
c. *Tipuri de structură primară*

- *Structura primară a tulpinii la pin (Pinus sylvestris* - Fig. 3.27).

Epiderma este unistratată, cu pereții externi ai celulelor cutinizați. Scoarța este alcătuită dintr-un parenchim multistrat, cu celule poliedrice și cu canale rezinifere de diferite mărimi. Parenchimul cortical este străbătut de fascicule libero-lemnoase provenite din frunze, reprezentând urme foliare. La scoarță nu se individualizează un endoderm. Se poate astfel considera că cilindrul central începe cu stratul extern al țesutului liberian.

Țesuturile conducătoare sunt dispuse sub forma unui manșon libero-lemnos, străbătut de raze medulare înguste. Între liberul primar și lemnul primar este situat procambiul, sub forma unui inel continuu, alcătuit din celule cu pereții foarte subțiri, ușor turtite în sens tangențial. Spre exteriorul procambiului se găsește, așa cum s-a mai arătat, floemul primar constituit din șiruri radiare de celule ciuruite însoțite de celule albuminice. Spre interiorul procambiului se găsește xilemul, în imediata lui vecinătate metaxilemul, apoi urmează protoxilemul mai spre centru. Xilemul și floemul sunt străbătute de șiruri înguste de raze medulare.

Partea centrală a tulpinii este ocupată de parenchimul medular, continuat spre exterior de razele medulare.



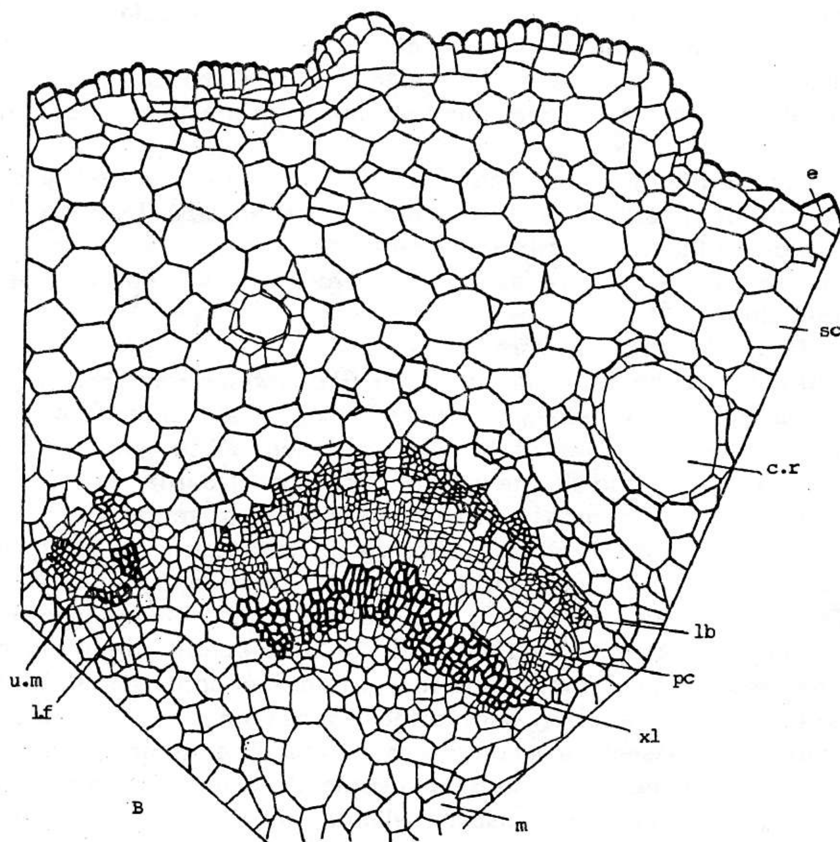


Fig. 3.27 — Structura primară a tulpinii la pin (secț. transv): A - *Schemă*; B - *Detaliu*; e - *epidermă*; sc - *scoarță*; c.r - canal rezinifer; lb - floem; pc - procambiu; xl - xilem; m - măduvă; u.m - urmă foliară; l.f - lacună foliară (original)

- *Structura primară a tulpinii la stejar (Quercus robur* - Fig. 3.28 A și B), plantă lemnoasă dicotiledonată.

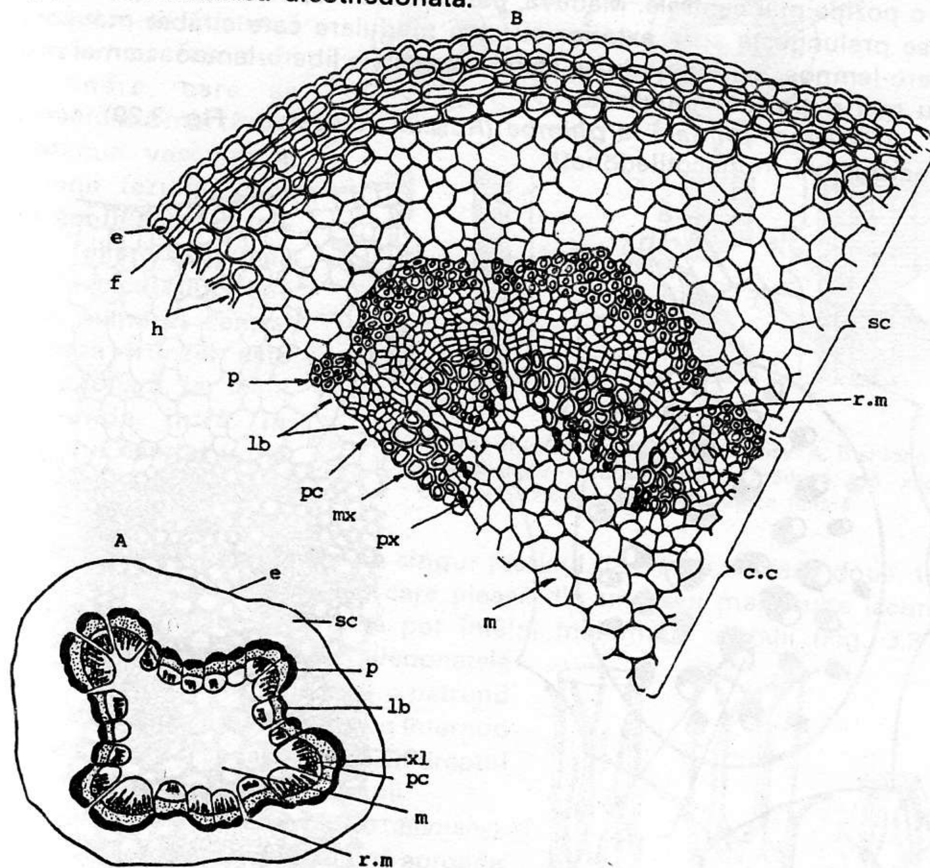


Fig. 3.28 — Structura primară a tulpinii la stejar (secț. transv): A - Schemă; B - Detaliu; e - epidermă; sc - scoarță; h - hipodermă; p - fibre floematice primare; lb - floem; pc - procambiu; px - protoxilem; mx - metaxilem; m - măduvă; r.m - rază medulară; c.c - cilindru central; f - felogen în formare (original)

Epiderma este alcătuită dintr-un strat de celule cu cuticula bine reprezentată, iar stomatele apar destul de rar și sunt foarte mici.

Scoarța este multistrată, cu primele straturi (hipoderma) alcătuite din celule mai mici, ușor colenchimatizate. În straturile următoare celulele prezintă meaturi evidente. Endodermul, stratul cel mai intern din scoarță, nu se deosebește de celelalte.

Cilindrul central prezintă la exterior un manșon de fibre floematice. Din loc în loc, acesta este întrerupt de celule parenchimatice, care reprezintă o continuare a razelor medulare. Sub manșonul de fibre floematice se găsește teaca libero-lemnoasă. Între liber și lemn se află procambiul, alcătuit din celule turtite tangențial. Liberul primar este dispus spre exteriorul procambiului, iar spre interiorul acestuia și în imediata lui

vecinătate se află metaxilemul, destul de clar diferențiat de protoxilemul cu o poziție mai centrală. Măduva, parenchimatică, este bine reprezentată și se prelungește spre exterior cu raze medulare care străbat manșonul libero-lemnos, evidențiindu-se astfel fasciculele libero-lemnoase mai mult sau mai puțin individualizate.

- *Structura primară la ghimpe (Ruscus aculeatus* - Fig. 3.29), specie subarbustivă monocotiledonată.

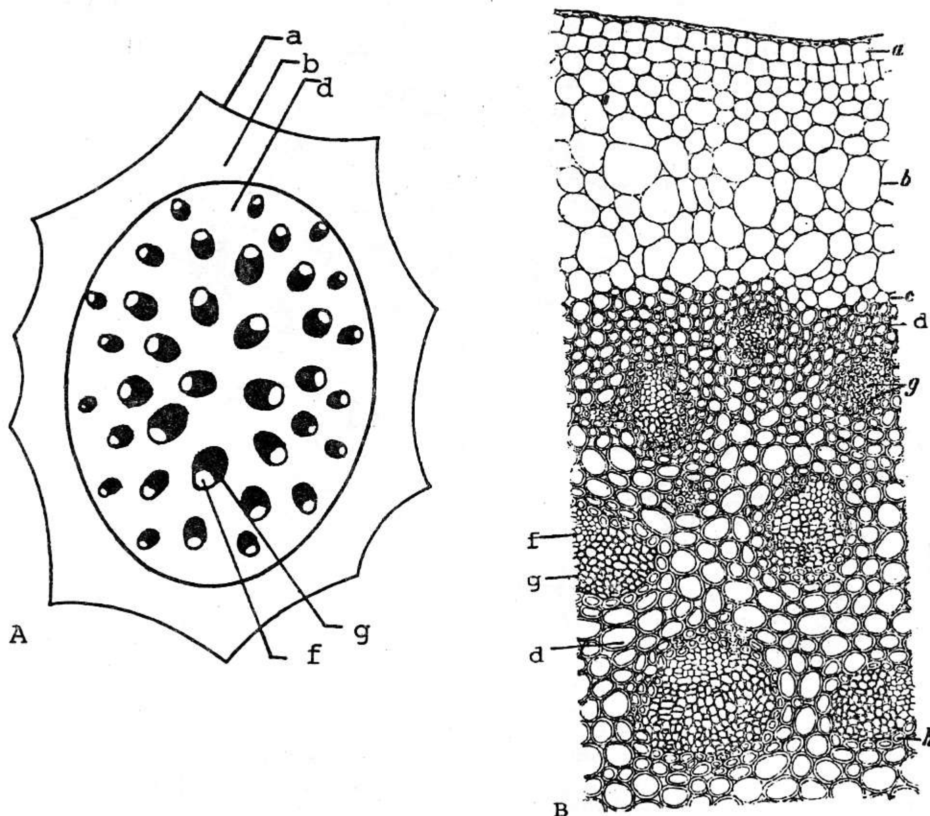


Fig. 3.29 — Structura tulpinii la Ruscus aculeatus (secț. transv.): A - Schemă; B - Detaliu; a - epidermă; b - scoarță; c - endoderm; d - măduvă sclerificată; f - floem; g - xilem; h - teacă de sclerenchim

Sub epiderma unistrată se găsește scoarța formată din mai multe straturi de celule parenchimatice. Endodermul nu este distinct. Cilindrul central (atactostel) este format dintr-un țesut medular sclerificat, în care sunt dispuse neregulat un număr mare de fascicule libero-lemnoase colateral închise, cu floemul orientat întotdeauna spre exterior. Fasciculele dinspre periferia cilindrului central sunt mai mici.

c. *Mersul fasciculelor libero-lemnoase în tulpină*

Fasciculele conducătoare ale tulpinii și frunzei, organe cu aceeași origine, comunică între ele în mod direct, fără modificări structurale

esențiale. Primele vase apărute în primordiile frunzelor se continuă în jos cu fascicule caulinare, care se diferențiază mai târziu. Sistemul vascular al tulpinii rezultă, deci, din confluarea fasciculelor foliare. Porțiunea de fascicul cuprinsă între cilindrul central și baza frunzei este *urma foliară*, iar locul pe unde intră în cilindrul central urma foliară poartă numele de *lacună foliară* (Fig. 3.30).

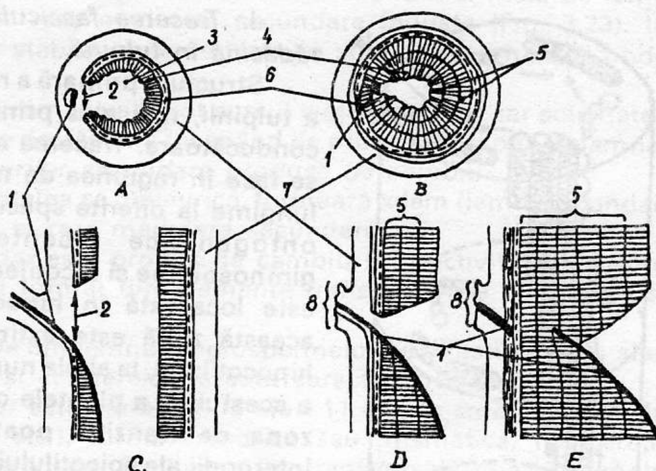


Fig. 3.30 — Urme și lacune foliare (secț. transv. A, B și long. C, D, E): 1 - urmă foliară; 2 - lacună foliară; 3 - măduvă; 4, 5 - xilem; 6 - floem; 7 - scoarță; 8 - cicatrice foliară

O urmă foliară poate avea un singur fascicul (la *Thuja, Abies*), două, trei (la *Clematis*) sau mai multe, care pleacă din una sau mai multe lacune. În mersul urmelor foliare se pot întâlni mai multe situații (Fig. 3.31).

- La gimnosperme și dicotiledonatele cu frunze alterne, urmele foliare pătrund oblic în tulpină, străbat în jos un internod sau mai multe și se racordează, în dreptul unui nod, la fasciculele tulpinii.

- La plantele cu frunze opuse (*Clematis*), urmele foliare pătrund în tulpină aproape orizontal și se racordează la fasciculele caulinare, chiar la nivelul nodului la care se inseră frunza.

- La monocotiledonate, urmele foliare pătrund adânc în tulpină, străbat două sau mai multe internodii, apoi se curbează spre periferie și se unesc cu fasciculele caulinare.

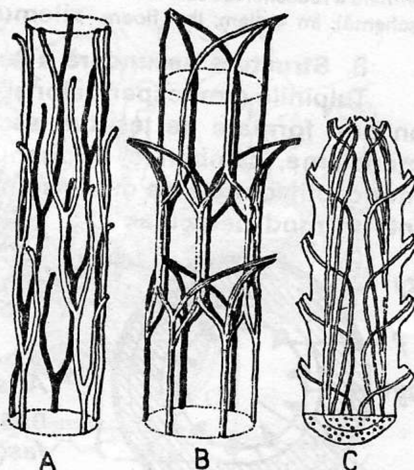


Fig. 3.31 — Mersul urmelor foliare într-o tulpină cu frunze alterne (A), opuse (B) și în tulpina unei monocotiledonate (C)

Prezența urmelor foliare, numărul și mărimea lor, precum și direcția pe care o au determină o modificare a structurii nodului față de aceea a internodului. În zona nodurilor fasciculele vasculare se ramifică în diferite moduri, iar ramificațiile rezultate se pot încrucișa sau suda între ele. La acest nivel țesuturile conducătoare lemnoase sunt alcătuite numai din traheide, iar liberul este format din celule scurte, lipsite de plăci ciuruite, bogate în citoplasmă și cu nucleu persistent.

d. *Trecerea fasciculelor conducătoare din rădăcină în tulpină.*

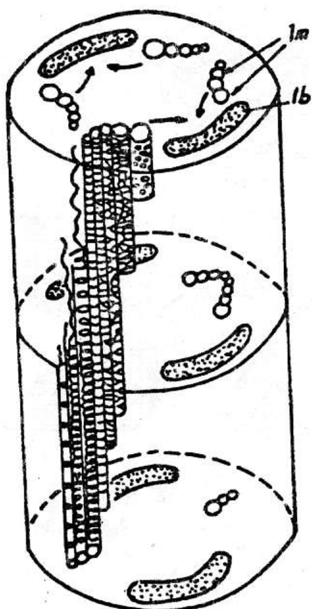


Fig. 3.32 — Trecerea de la structura primară a rădăcinii la cea a tulpinii (schemă); lm - xilem; lb - floem

Structura primară a rădăcinii diferă de aceea a tulpinii, mai ales prin dispoziția fasciculelor conducătoare. Trecerea de la o structură la alta se face în regiunea de tranziție care variază ca lungime la diferite specii de plante. Cercetările ontogenetice recente au stabilit că la gimnosperme și dicotiledonate zona de tranziție este localizată în hipocotil. La unele plante, această zonă este extinsă pe toată lungimea hipocotilului, la altele numai în partea superioară a acestuia. La plantele cu cotiledoane hipogee, zona de tranziție poate cuprinde și câteva internodii ale epicotilului. În regiunea de tranziție are loc (dup G. C h a u v e a u d) formarea succesivă a xilemului intermediar și suprapunerea acestuia de o parte și de alta a celui altern, care între timp suferă un fenomen de resorbție. Se ajunge astfel de la o dispoziție alternă a fasciculelor din rădăcină la o dispoziție suprapusă a acestora, caracteristică tulpinii, cu xilemul (protoxilemul) endarh (Fig. 3.32)

B. **Structura secundară a tulpinii**

Tulpinile gimnospermelor și ale unor dicotiledonate se îngroașă an de an prin formare de țesuturi secundare care-și au originea în cele două meristeme, cambiul și felogenul. Creșterea în grosime a tulpinii unor monocotiledonate de dimensiuni mari se realizează, așa cum se va vedea, într-un mod particular.

1. *Structura secundară a tulpinii la gimnosperme și dicotiledonate*

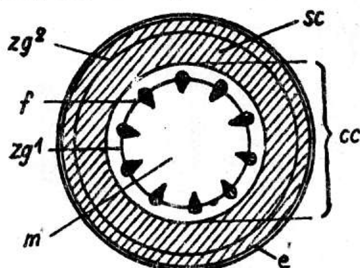


Fig. 3.33 — Meristemele secundare în tulpină (stadiu inițial): e - epidermă; sc - scoarță; cc - cilindru central; m - măduvă; zg^1 - cambiu intrafascicular și interfascicular; zg^2 - felogen; f - fascicul libero-lemnos

a. *Formarea și activitatea cambiului*

La unele plante dicotiledonate (*Clematis, Aristolochia, Helianthus*) inelul cambial ia naștere prin racordarea *cambiilor intrafasciculare* (provenite, așa cum s-a arătat, din pătura procambială a fasciculelor libero-lemnoase primare) cu *cambiile interfasciculare* (diferențiate din parenchimul razelor medulare - Fig. 3.33). Partea de cambiu intrafascicular va forma xilem secundar și floem secundar, iar cea interfasciculară va da naștere razelor medulare.

La plantele lemnoase, cambiul ia naștere din procambiu. Curând după constituirea țesuturilor conducătoare primare, procambiul, aici de formă

circulară, devine cambiu, care generează liber secundar și inele de lemn secundar străbătute de raze medulare secundare înguste (Fig. 3.23). În acest caz este greu de stabilit unde se termină structura primară și unde începe cea secundară.

Celulele cambiului rămân vii în tot cursul vieții plantelor, iar activitatea lor în zona temperată se desfășoară începând de primăvara și până toamna.

b. *Structura țesuturilor secundare produse de cambiu*

Cambiul, prin activitatea sa bipleurică, formează xilem (lemn) secundar, floem (liber) secundar și raze medulare secundare.

b,. *Lemnul secundar* este produs de cambiu prin activitatea sa spre interiorul tulpinii, fiind format din *elemente traheale, fibre xilematice* și *parenchim lemnos*.

Elementele traheale din lemnul angiospermelor se constituie mai ales în trahee, iar ferigilor și coniferelor le sunt caracteristice traheidele.

Lungimea traheelor este variabilă (la alun 11 cm, la zmeur 15 cm, la stejar până la 57 cm etc.), forma cilindrică sau prismatică, iar pereții prezintă punctuațiuni areolate. Secțiunea lor transversală poartă numele de *por*. Mărimea, forma, modul de grupare și modul de asociere a porilor cu alte elemente sunt criterii importante pentru identificarea speciilor de la care provine lemnul.

La gimnosperme traheidele formează cea mai mare parte din masa lor lemnoasă secundară (90-95%). Rășinoasele, în afara traheidelor dispuse vertical, au în parenchimul razelor medulare traheide dispuse orizontal,numite din acest motiv *traheide de rază* (Fig. 3.34). În lemnul unor

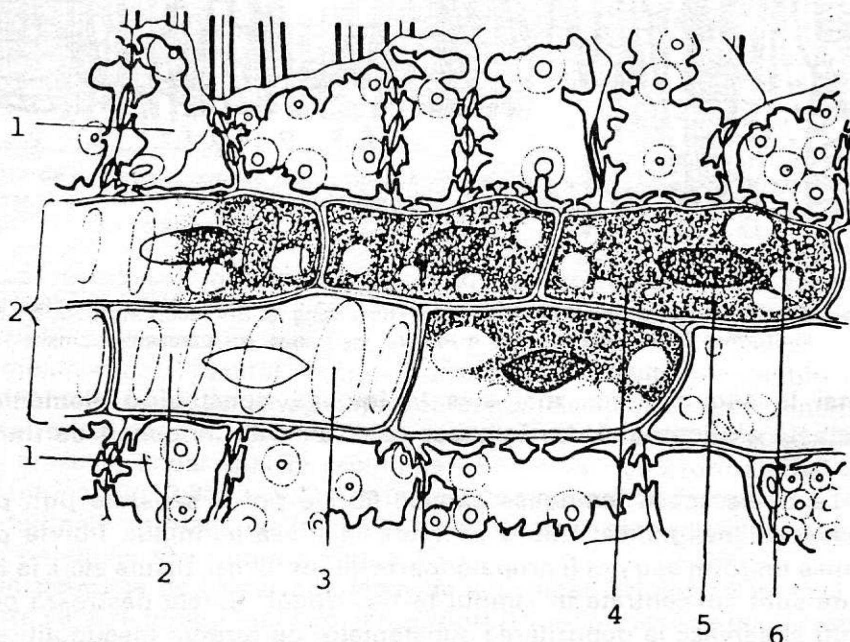


Fig. 3.34 — Porțiune de rază medulară din lemnul secundar la pin: 1 - traheide de rază cu punctuațiuni areolate; 2 - parenchim de rază; 3 - celulă parenchimatică cu punctuațiuni în pereții radiari; 4 - celulă cu conținut citoplasmatic; 5 - nucleu; 6 - punctuațiuni între traheidă și parenchimul de rază

angiosperme primitive (*Drymis* - dintre *Magnoliaceae*) elementele traheale sunt reprezentate numai prin traheide, iar în cel al unor gimnosperme evoluate (*Gnetales*) se formează și trahee. La cele mai multe dintre plantele dicotiledonate, pe lângă trahee, se mai întâlnesc în lemnul secundar și traheide, localizate mai ales la noduri (la frasin și paltin se formează numai trahee).

- *Fibrele xilematice* sunt reprezentate mai ales prin fibrele libriforme. Acestea sunt lungi, subțiri și ascuțite la capete (Fig. 3.35), prezintă punctuațiuni simple, în formă de butonieră, dispuse oblic. Se întâlnesc

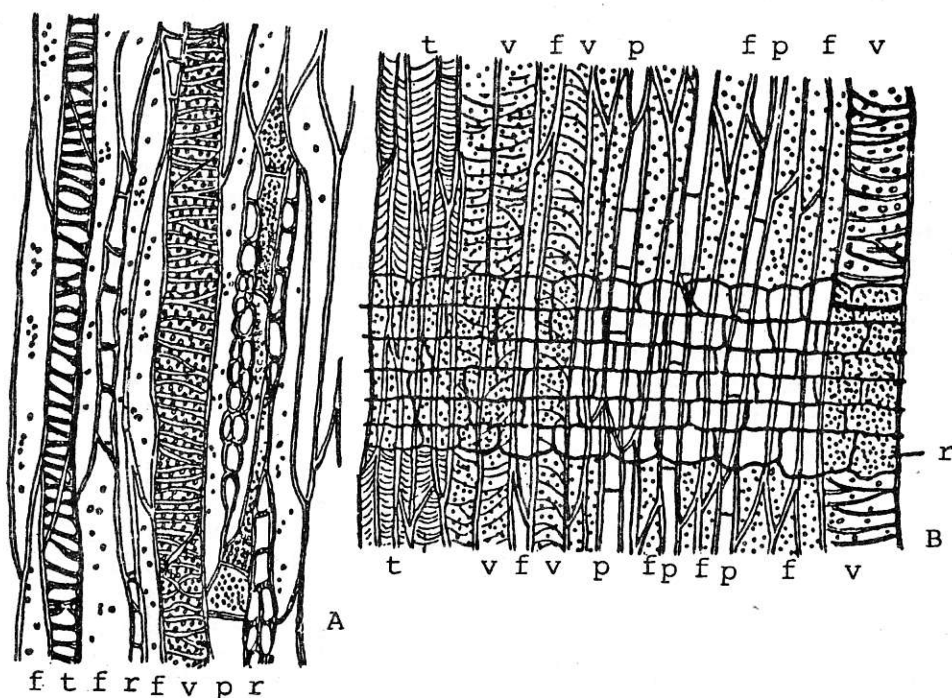


Fig. 3.35 — *Lemnul secundar la tei:* A - secț. long.-tang. și B - secț. long. rad.; f - fibre libriforme; t - traheide; r - raze medulare; v - trahee; p - parenchim lemnos

numai la angiosperme, mai ales la foioase, constituind elemente de rezistență ale lemnului; la rășinoase rolul lor este îndeplinit de traheide (Fig. 3.37).

La unele specii lemnoase exotice fibrele pot fi separate prin pereți transversali nelignificați (fibre septate). În masa lemnului, fibrele pot fi dispuse uniform sau pot fi grupate foarte diferit (benzi, insule etc.), la unele plante sunt concentrate în lemnul târziu. Uneori fibrele păstrează pereții subțiri și servesc la depozitarea substanțelor de rezervă (pseudofibre). La unele gimnosperme evoluate (*Gnetatae*) și dicotiledonate mai puțin evoluate (*Magnoliales, Hammamelidales*) în xilem se întâlnesc fibre traheidale (fibrotraheide).

- *Parenchimul lemnos* este un țesut viu, în care se depozitează substanțe de rezervă. Este bine reprezentat la foioase și lipsește aproape total la rășinoase, la care se află mai adesea asociat canalelor rezinifere (Fig. 3.36). În masa lemnului, parenchimul poate fi răspândit sub forma unor celule izolate (*parenchim difuz*) sau dispus în formă de benzi (*parenchim metatraheal*). Dacă se prezintă sub formă de linii sau benzi la limita exterioară a inelului anual, poartă numele de *parenchim terminal* (la *Salix, Robinia*), iar dacă înconjoară total sau parțial vasele conducătoare se numește *parenchim paratraheal.*

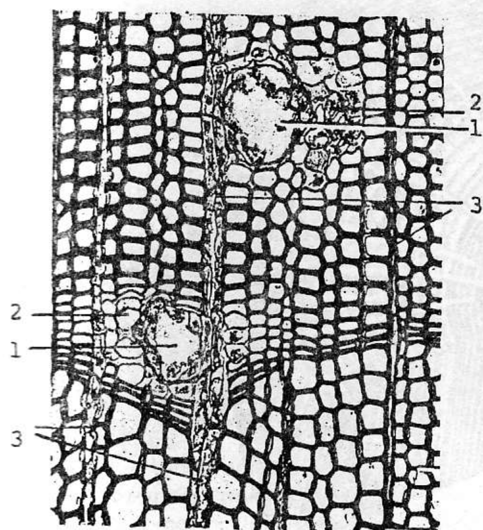


Fig. 3.36 — Canale rezinifere în lemnul de pin însoțite de parenchim lemnos (secț. transv.): 1 - canal rezinifer; 2 - parenchim lemnos; 3 - rază medulară

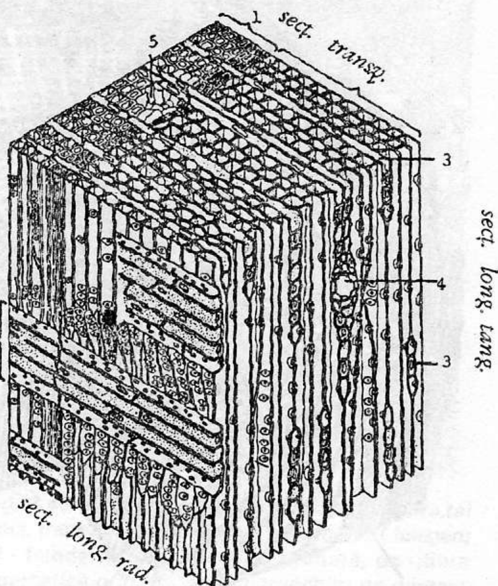


Fig. 3.37 — Xilemul secundar la pin: 1 - lemn târziu; 2 - lemn timpuriu; 3 - rază medulară; 4 - canal rezinifer de rază; 5 - canal rezinifer vertical

La rășinoase, în xilemul secundar se formează canale rezinifere longitudinale (Fig. 3.39) al căror manșon de celule secretoare este însoțit de celule de parenchim lemnos.

Inelul anual. Țesutul lemnos format prin activitatea cambiului în decursul unei perioade de vegetație poartă numele de *inel anual.* Denumirea de inel anual sau de *inel anual lemnos* vine de la faptul că straturile de lemn crescute anual apar în secțiunea transversală sub forma unor inele concentrice (Fig. 3.38, 3.39, 3.40); în secțiune radiară au forma unor benzi longitudinale paralele, iar în cea tangențială apar ca suprafețe cu contur curb, parabolic sau ondulat (Fig. 3.38).

În perioada de primăvară, legat de activitatea fiziologică intensă, iau naștere vase cu lumen mai larg, iar proporția fibrelor rămâne relativ redusă (*lemn timpuriu, lemn de primăvară*). Spre sfârșitul perioadei de vegetație sunt generate vase de calibru mai mic, iar fibrele și parenchimul lemnos sunt sporite cantitativ (*lemn târziu, lemn de toamnă*). Inelele anuale ale coniferelor, lipsite de fibre, se individualizează mai ales prin diferența de

calibru a traheidelor și de îngroșare a pereților acestora (Fig. 3.37, 3.39). În mod obișnuit, în fiecare an se formează câte un inel lemnos, astfel că numărul inelelor anuale corespunde cu vârsta arborelui sau a părții din ax sau ramură analizată. În unele cazuri (după defolieri, înghețuri târzii) se pot forma într-un sezon de vegetație două inele anuale. Lățimea inelelor diferă în raport cu specia, vârsta și factorii mediului.

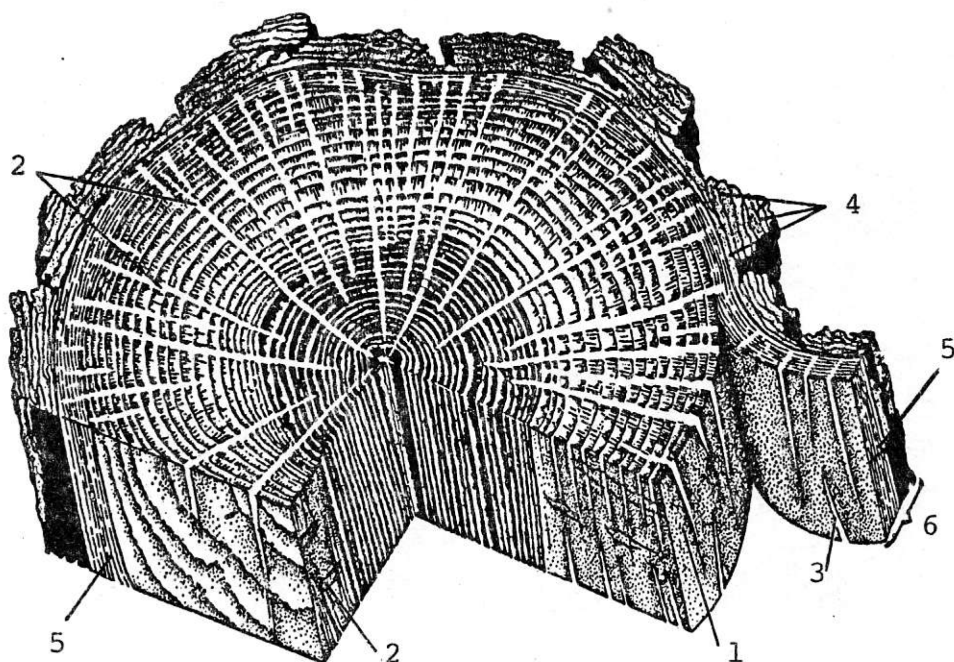


Fig. 3.38. — *Tulpină de stejar* (secț. transv. și long.): 1 - suprafața cambiului; 2 - rază medulară în xilem; 3 - rază medulară în floem; 4 - ritidom; 5 - floem secundar; 6 - coajă

La un număr mare de plante lemnoase porii din lemnul timpuriu sunt așezați inelar, distribuția lor fiind numită *inelo-poroasă* (stejar etc.). Există specii cu porii aproape la fel de largi în toată grosimea inelului anual, distribuția numindu-se în acest caz *difuzo-poroasă* (la mesteacăn, fag, tei etc.).

Alburn și duramen. O dată cu înaintarea în vârstă, la multe specii de arbori apar în xilemul secundar o serie de modificări, diferențiindu-se două zone distincte: una periferică, activă fiziologic, formată din inele anuale mai tinere de culoare albă, care poartă numele de *alburn* sau *albul lemnului,* și o zonă centrală, fiziologic inactivă, de culoare închisă, ce formează *duramenul* sau *lemnul matur* (Fig. 3.38). Duramenul se constituie prin îngroșarea pereților celulari și impregnarea lor cu diferite substanțe (gome, rășini, tanin etc.), proces care se numește *duraminificare.* Vasele lemnoase din duramen îndeplinesc numai un rol mecanic. Lumenul lor este obturat de *tile,* provenite din proeminarea către interiorul vaselor, prin punctuațiuni, a unor celule din parenchimul lemnos (Fig. 3.41) care blochează astfel

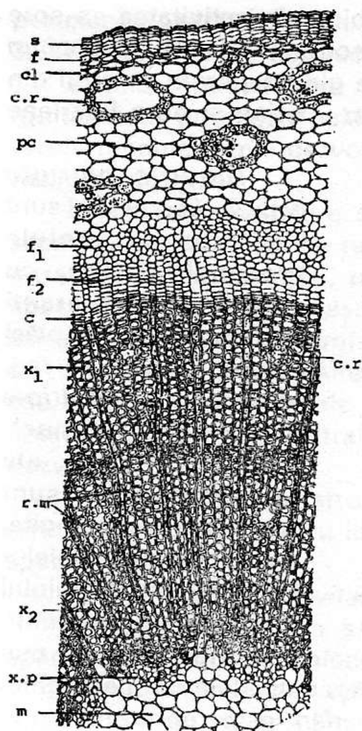


Fig. 3.39 — Structura secundară a tulpinii de pin (secţ. transv.): s - suber; f - felogen; cl - colenchim hipodermic; c.r - canal rezinifer; pc - parenchim cortical; f_1 - floem primar; f_2 - floem secundar; c - zona cambială; x_1, x_2 - inele anuale; r.m - rază medulară; x.p - xilem primar; m - măduvă

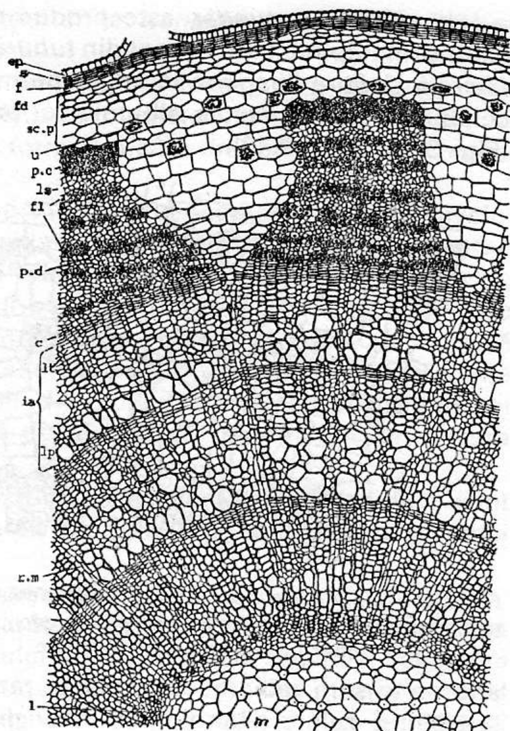


Fig. 3.40 — Structura secundară a tulpinii de tei (secţ. transv.): ep - epidermă; s - suber; f - felogen; fd - feloderm; sc.p - scoarţă primară; pc - fibre floematice primare; p.d - parenchim de dilatare a razei medulare; ls - floem secundar; fl - fibre floematice din liberul secundar; c - cambiu; lt - lemn târziu; lp - lemn timpuriu; ia - inel anual; rm - rază medulară; l - xilem primar; m - măduvă

circulaţia sevei brute. La plantele lemnoase care nu prezintă tile (mesteacăn, paltin), obturarea vaselor se realizează cu substanţe minerale şi organice. La răşinoase nu se formează tile decât rareori în canalele rezinifere. Duraminificarea începe la vârste diferite (la pin între 20 şi 30 ani, la salcâm pe la 5 ani, la stejar pe la 20 ani, la frasin la 40 ani). La plopi şi sălcii, duraminificarea nu are loc, lemnul lor fiind moale şi de longevitate mică. Fagul formează un duramen fals numit *inimă roşie.*

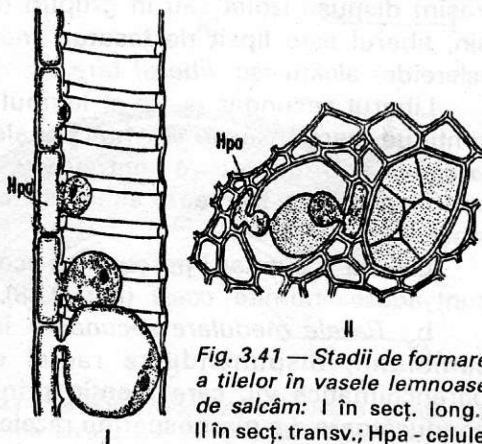


Fig. 3.41 — Stadii de formare a tilelor în vasele lemnoase de salcâm: I în secţ. long.; II în secţ. transv.; Hpa - celule de parenchim lemnos

b_2. *Liberul secundar* este produs de cambiu prin activitatea sa spre exteriorul tulpinii, fiind format din *tuburi ciuruite* cu *celule anexe, parenchim liberian* și *fibre liberiene* la angiosperme, iar la gimnosperme și ferigi din celule ciuruite cu celule albuminice, parenchim liberian și fibre liberiene (Fig. 3.39, 3.40, 3.42).

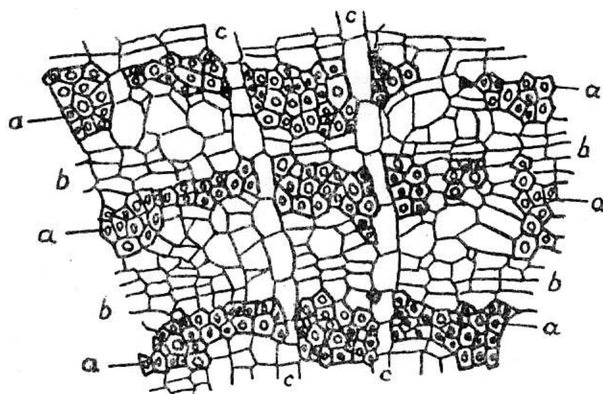


Fig. 3.42 — Liberul secundar la tei: a - fibre floematice (liber tare); b - vase liberiene cu celule anexe și parenchim liberian (liber moale); c - raze medulare

Tuburile ciuruite (vasele liberiene) sunt alcătuite din celule prozenchimatice, cu pereții transversali perforați formând plăci *ciuruite simple* (la fag, salcâm) sau *multiple* (la alun, corn, nuc). Celulele ciuruite ale gimnospermelor sunt de asemenea alungite, asemănătoare inițialelor fuziforme ale cambiului din care au provenit. Dispoziția lor este mai adesea în serii radiare, separate de raze înguste, uniseriale din parenchim liberian și celule albuminice. *Parenchimul liberian* este reprezentat prin celule vii cu pereții neîngroșați, care îndeplinesc funcția de depozitare a substanțelor de rezervă. Vasele liberiene, celulele anexe și parenchimul liberian alcătuiesc împreună *liberul moale.*

Fibrele liberiene secundare sunt fuziforme și cu pereții îngroșați, îndeplinind funcțiuni de susținere. Acestea se pot dispune izolat sau în fascicule. La unele plante lemnoase (tei, salcâm) se formează anual 2-3 benzi de fibre liberiene, la altele (stejar, castan comestibil) numai câte una, iar la arțar una la doi ani. Alături de fibre se pot găsi și sclereide (la stejar, frasin) dispuse izolat sau în grupuri (la fag și molid numai sclereide). La pin, liberul este lipsit de țesuturi mecanice. Elementele mecanice (fibre, sclereide) alcătuiesc *liberul tare.*

Liberul secundar ia, ca și lemnul secundar, aspectul unor manșoane continue, care însă rămân funcționale o perioadă mai scurtă (unul până la câțiva ani), după care sunt strivite prin dezvoltarea lemnului secundar, iar în locul lor se formează altele, de aceea la liberul secundar nu se disting inele anuale.

Liberul secundar împreună cu scoarța secundară (produsă de felogen) sunt adesea numite *coajă* (Fig. 3.38).

b_3. *Razele medulare secundare* iau naștere din inițialele de rază ale cambiului, dispunându-se radial sub forma unor șiruri de celule parenchimatice vii, care mențin prin punctuațiuni legătura cu țesuturile conducătoare. La gimnosperme razele medulare sunt fuziforme în secțiune tangențială, constituite în partea mediană din celule vii, bogate în substanțe

proteice, încadrate de celule moarte numite *traheide de rază* (Fig. 3.34 și 3.37), având rol în conducerea apei.

Razele medulare pot fi uniseriate (la rășinoase, plop etc.), bi- sau multiseriate (la stejar, paltin, tei etc.). La plantele din ordinul *Pinales,* în razele medulare mai dezvoltate se formează câte un canal rezinifer (*canal rezinifer de rază*).

Unele raze medulare se extind din dreptul măduvei până la nivelul scoarței. Acestea sunt de regulă mai late (bi- sau multiseriate) și au partea intraliberiană mult lățită, pentru a menține legătura dintre pachetele de liber secundar, formând așa-numitul *parenchim de dilatare* (Fig. 3.40) care asigură și mărirea circumferinței în zona floemului secundar, pe măsură ce tulpina se îngroașă. Alte raze medulare se formează în intervalul unuia saŭ al câtorva inele anuale (Fig. 3.38), fiind obișnuit mai înguste (de obicei uniseriate), cu partea intraliberiană de regulă fără parenchim de dilatare dezvoltat.

Caracteristicile de structură și de poziție ale razelor medulare sunt criterii importante pentru identificarea lemnului sub raportul apartenenței specifice.

c. *Formarea și activitatea felogenului*

Felogenul, așa cum s-a mai arătat, formează mai ales țesuturi de apărare secundare care înlocuiesc epiderma. Ca meristem secundar, felogenul se poate diferenția din epidermă (la salcie, scoruș), din primul strat al scoarței (la tei, stejar - Fig. 3.28, fag, ulm, carpen etc.), din straturile mai profunde ale scoarței, din endoderm sau chiar din cilindrul central (coacăz, viță de vie etc.). Similar cambiului, rămâne în funcțiune toată viața plantei, ori mai adesea activează o perioadă mai scurtă, după care este înlocuit de un alt felogen localizat totdeauna mai adânc. Aceste noi straturi de meristem, ce apar succesiv, au mai adesea forma unor arcuri care se sprijină prin partea lor terminală (Fig. 3.43).

d. *Structura țesuturilor secundare produse de felogen*

Țesuturile secundare ce se formează prin activitatea bipleurică a felogenului sunt: suberul și felodermul.

d_1. *Suberul* se dispune spre exteriorul felogenului,

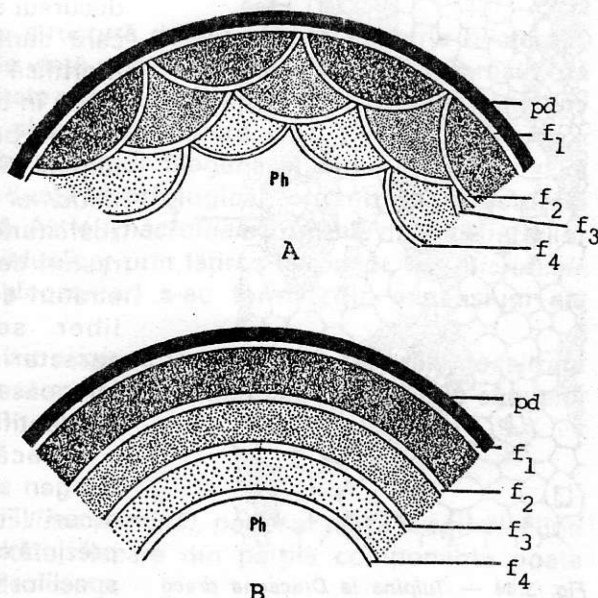


Fig. 3.43 — Formarea ritidomului (schemă): A - felogen sub formă de arcuri; B - felogen sub formă de inele; f_1–f_4 - felogene succesive; pd - periderm; Ph - floem secundar

sub forma unor pachete de celule moarte, suberificate, așezate în serii regulate, radiare. Dacă straturile de celule rămân celulozice, atunci țesutul generat poartă numele de *feloid*, iar când acestea alternează cu straturile suberificate formează *felemul*.

d_2. *Felodermul* provine prin activitatea felogenului spre interiorul tulpinii, fiind reprezentat în mod obișnuit prin celule vii, cu pereții celulozici, uneori cu clorofilă și substanțe de rezervă, alteori poate îngloba în el colenchim sau sclerenchim. La unele plante, felogenul funcționează monopleuric, producând numai suber. Suberul și felodermul alcătuiesc împreună *scoarța secundară* sau *peridermul*.

d_3. *Ritidomul*. La unii arbori (carpen, fag, alun etc.) scoarța rămâne netedă toată viața, datorită activității unicului felogen în același ritm cu cambiul. La numeroase specii lemnoase apar pe parcurs mai multe zone de felogen, prin a căror activitate, în decursul anilor, sunt generate țesuturi care sunt împinse spre exterior, se mortifică din lipsă de apă și hrană și crapă în diferite feluri sau se exfoliază datorită presiunii create prin îngroșarea tulpinii. Se formează astfel (Fig. 3.38) *ritidomul* (în gr. *„rhytis", „rhytidis"* - zbârcitură, creț) care poate să cuprindă resturi de epidermă, scoarță primară, straturi de suber, feloderm, uneori și liber secundar. Ritidomul este caracteristic pentru diferite specii lemnoase, putând fi luat în considerare la identificarea lor.

Dacă straturile succesive de felogen se constituie sub forma unor arcuri (Fig. 3.43 A), atunci ritidomul prezintă crăpături adânci, caracteristice speciilor (la *Quercus*, *Tilia*, *Abies* etc.), iar dacă zonele de felogen iau forma unor inele concentrice (Fig. 3.43 B) de jur-împrejurul tulpinii, părțile de

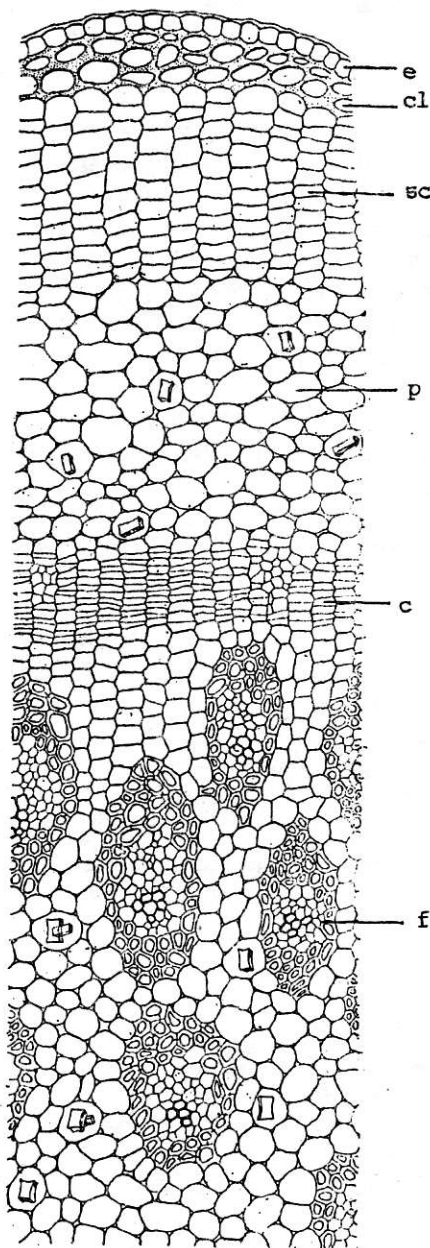


Fig. 3.44 — Tulpina la Dracaena draco (secț. transv.): ep - epidermă; cl - colenchim hipodermic; sc - scoarță primară; p - parenchim secundar; c - zonă generatoare; f - fascicul libero-lemnos

ritidom ce se desprind au formă de fâșii longitudinale (la *Clematis, Vitis*) sau transversale (la *Cerasus*). În cazul în care peridermul constituit pe arii limitate ale suprafeței trunchiului întâlnește la exterior un felogen mai vechi, se formează un ritidom cu aspectul unor solzi care se detașează izolat (la *Platanus, Picea, Pinus* etc.).

2. *Structura secundară a tulpinii la monocotiledonate*

Unele plante monocotiledonate lemnoase (*Jucca, Dracaena* - Fig. 3.44, *Aloë, Cordyline*) formează țesuturi secundare capabile să producă o îngroșare a tulpinii: din celulele scoarței situate în apropierea cilindrului central sau chiar din cilindrul central ia naștere o zonă generatoare; aceasta produce spre exterior un *parenchim secundar,* iar spre interior un *parenchim meristematic* în care se vor diferenția cordoane (șuvițe) de procambiu care vor genera fascicule libero-lemnoase (la *Dracaena* leptocentrice, deosebite de cele primare care sunt colaterale). La unele monocotiledonate zona generatoare poate avea o activitate monopleurică, dând naștere numai spre interior unui țesut fundamental, în masa căruia se diferențiază fascicule libero-lemnoase.

În scoarța primară se poate individualiza și felogenul.

*

* *

În structura unor tulpini pot apărea formațiuni secundare speciale, determinate de geneza mai multor zone cambiale, de așezarea specială a acestora sau de unele anomalii de funcționare.

3.4. FRUNZA

Frunza este un organ cu structură dorsi-ventrală, simetrie bilaterală, creștere limitată și o durată de viață scurtă, cu funcții principale fotosinteza și transpirația. Având plasticitate mare, s-a adaptat și pentru alte funcțiuni (înmagazinare de substanțe, absorbție, apărare etc.).

Frunza a luat naștere în decursul filogenezei dintr-un organ axial (telom), câștigând independență morfologică, organizare structurală caracteristică și poziție laterală. Astfel, *macrofilele* (frunzele mari ale ferigilor și angiospermelor) s-au individualizat prin lățirea telomilor, iar *microfilele* (frunzele licopodinelor și rășinoaselor) s-au format din expansiuni ale acestora.

Ontogenetic, frunzele își au originea în primordiile laterale, localizate spre baza conului de creștere al mugurilor, fiind astfel de origine exogenă (Fig. 3.13).

3.4.1. MORFOLOGIA FRUNZEI

Frunza este constituită din *limb (lamină), pețiol* și *teacă (vagină).* Fiind un organ cu o mare plasticitate, fiecare din părțile componente poate îmbrăca o mare diversitate de forme.

La numeroase specii lemnoase frunzele sunt *simple,* cu lamina mai mult sau mai puțin lobată. În cazul când din lobii laminei se individualizează foliole cu pețioli proprii, frunza se numește *compusă.*

La frunzele simple se întâlnesc numeroase forme de limb (Fig. 3.45): *rotundă (orbiculară)* la *Populus tremula*, *subrotundă*, *romboidală* (la *Betula pendula*), *reniformă* (la *Asarum europaeum*), *cordată* (la *Tilia cordata*), *triunghiulară* (la *Populus robusta*), *eliptică* (la *Fagus sylvatica*), *ovată* (la *Syringa vulgaris*), *obovată* - invers ovată, cu lățimea cea mai mare în treimea superioară (la *Viburnum lantana*), *deltoidă* (la *Populus nigra*), *lanceolată* (la *Salix fragilis*), *oblanceolată* - tot ca un vârf de lance, dar cu lățimea cea mai mare în treimea superioară (la *Salix cinerea*), *aciculară* (la *Pinus*), *subulată* (la *Juniperus communis*), *liniară* (la *Bromus* sp.) etc.

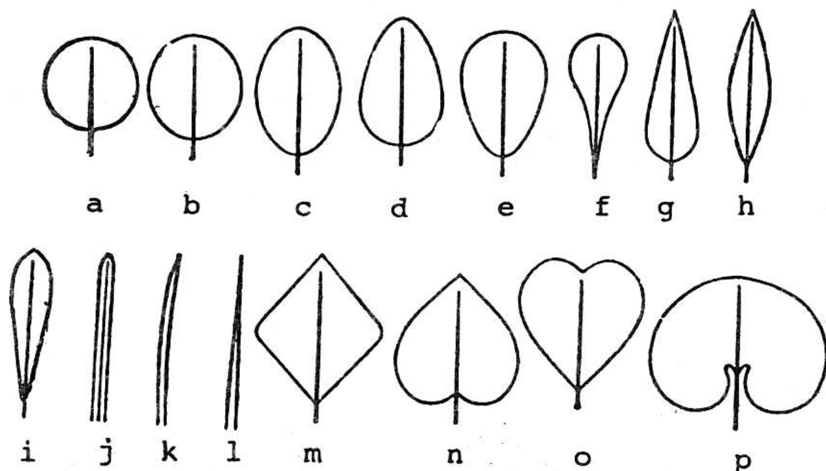


Fig. 3.45 — Forme de limb foliar: a - rotundă (la *Populus tremula); b* - subrotundă; c - eliptică (la *Fagus sylvatica);* d - ovată (la *Syringa vulgaris);* e - obovată (la *Viburnum lantana);* f - spatulată (la *Bellis perennis);* g - lanceolată (la *Salix fragilis);* h - ovat-lanceolată; i - oblanceolată; j - liniară; k - aciculară (la *Pinus);* l - subulată (la *Juniperus);* m - romboidală (la *Betula pendula);* n - cordată (la *Tilia cordata);* o - obcordată (la *Oxalis acetosella);* p - reniformă (la *Asarum europaeum)*

Marginea limbului poate fi *întreagă* (cu sau fără perișori), cu *inciziuni mici* sau cu *inciziuni mari.*

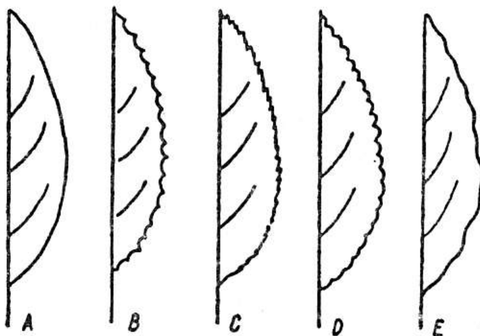


Fig. 3.46 — Margine întreagă (A) și cu inciziuni mici: B - dințată; C - serată; D - crenată; E - sinuată

La *limbul cu inciziuni mici* (Fig. 3.46) se deosebesc, în funcție de forma dinților și a inciziilor, patru tipuri de margini: *serate,* cu inciziile și dinții ascuțiți, îndreptați spre vârful limbului (la *Tilia cordata*), *crenate,* cu inciziile ascuțite și dinții rotunjiți, *dințate,* cu inciziile rotunjite și dinții ascuțiți (la *Viburnum lantana*), *sinuate,* cu inciziile și dinții rotunjiți (la *Populus tremula*).

Limbul cu inciziuni mari se numește *lobat,* iar segmentele se

numesc *lobi.* Când lobii se dispun perpendicular, de o parte și de alta a nervurii principale, frunza este *penat-lobată,* iar când lobii sunt dispuși radiar, frunza este *palmat-lobată.* Se întâlnesc patru tipuri de frunze penat lobate (Fig. 3.47): cu lobii scurți și inciziile puțin adânci - *penat-lobate propriu-zise* (la *Quercus petraea*), cu inciziile până la jumătatea distanței dintre margine și nervura principală - *penat-fidate* (la *Sorbus torminalis*), cu inciziile depășind această distanță – *penat-partite* (la *Crataegus monogyna*), și cu inciziile până la nervura mediană – *penat-sectate.* Frunzele palmat-lobate, după adâncimea inciziilor, prezintă de asemenea patru tipuri analoage.

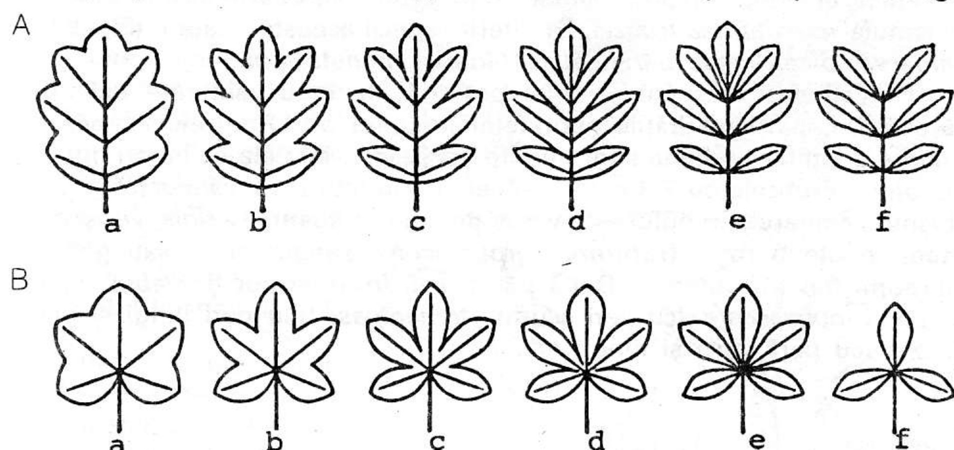


Fig. 3.47 — Margini de limb cu inciziuni mari și frunze compuse: A - *tipul penat;* a - penat-lobată; b - penat-fidată; c - penat-partită; d - penat-sectată; e - frunză imparipenat-compusă; f - frunză paripenat-compusă; B - *tipul palmat;* a - palmat-lobată; b - palmat-fidată; c - palmat partită; d - palmat-sectată; e - frunză palmat-compusă; f - frunză trifoliolată

Vârful limbului foliar poate fi (Fig. 3.48) *acut* (la *Salix alba*), *acuminat* (la *Tilia cordata*), *cuspidat, obtuz* (la *Viscum album*), *rotunjit* (la *Cotinus coggygria*), *știrbit* sau *emarginat* (la *Abies alba*), *mucronat* - terminat într-un vârf scurt (la *Caragana arborescens*) etc.

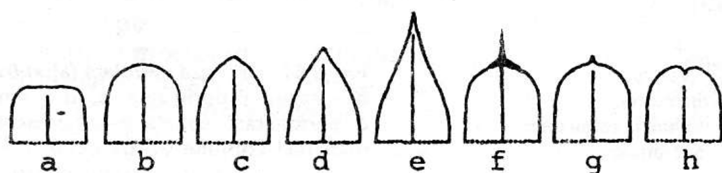


Fig. 3.48 — Vârful limbului foliar: a - trunchiat; b - rotunjit; c - obtuz; d - acut; e - acuminat; f - spinos; g - mucronat; h - emarginat

Baza limbului foliar poate fi (Fig. 3.49) *rontunjită* (la *Pyrus pyraster*), *cordată* (la *Tilia cordata*), *auriculată* - cu două urechiușe (la *Quercus robur*), *asimetrică* (la *Ulmus*), *reniformă, sagitată, hastată* etc.

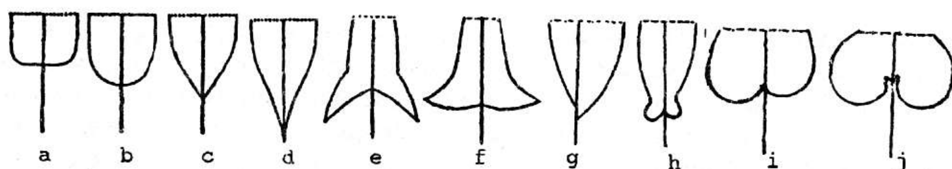


Fig. 3.49 — Baza limbului foliar: a - trunchiată; b - rotunjită; c - îngustată; d - cuneată; e - sagitată; f - hastată; g - asimetrică; h - auriculată; i - cordată; j - reniformă

În limbul frunzei, fasciculele libero-lemnoase, înconjurate de țesuturi mecanice, apar deseori proeminente, reprezentând *nervurile* a căror totalitate constituie *nervațiunea frunzei*. La diferite specii aceasta poate fi (Fig. 3.50): *uninervă, dicotomică, paralelă, curbinervă, penată, palmată.*

La caracterizarea frunzei mai pot fi luate în considerare culoarea, părozitatea, particularitățile suprafeței limbului etc. Frunzele cu aceeași culoare a fețelor limbului sunt numite *concolore*, iar cele cu culori diferite, *discolore*. Frunzele cu 2-3 culori pe cele două fețe sunt *variegate*. În mod obișnuit, culoarea limbului este verde de diferite nuanțe (*viridis, virescens*), alteori poate fi roșie (*rubrum, purpurascens, sanguineum*) sau galbenă (*aureum, flavum, luteum*). După părozitate, frunzele pot fi *glabre* (lipsite de peri), *pubescente* (cu peri scurți), *tomentoase* (cu peri lungi și deși), *scabre* (cu peri rigizi și lungi) etc.

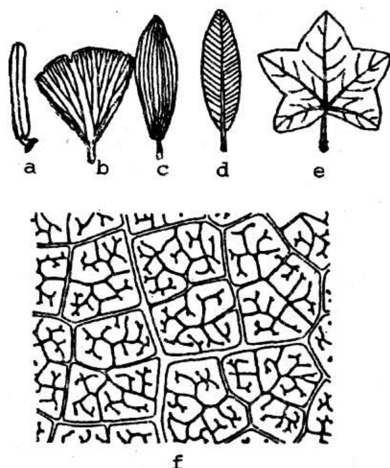


Fig. 3.50 — Nervațiunea frunzei: a - uninervă; b - dicotomică; c - curbinervă; d - penată; e - palmată; f - rețea de nervuri terminale

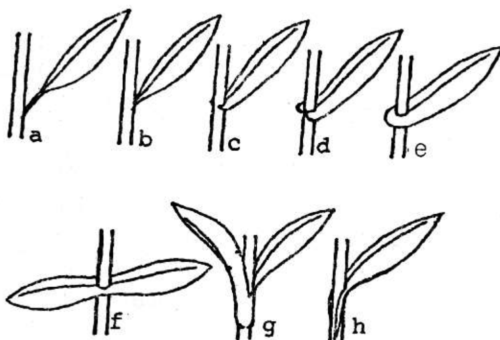


Fig. 3.51 — Frunză pețiolată (a) *și frunze sesile:* b - sesilă propriu-zisă; c, d - amplexicaulă; e - perfoliată; f - conate; g - concrescute deasupra unei teci comune (la garoafă); h - decurentă

Pețiolul frunzei poate avea formă cilindrică, poate fi comprimat lateral sau dorsi-ventral, în formă de jgheab, umflat, aripat etc. Frunzele fără pețiol se numesc *sesile* (Fig. 3.51). Acestea pot fi *amplexicaule* (baza limbului îmbrățișează axul), *perfoliate* (părțile bazale ale limbului înconjoară tulpina fiind concrescute), *decurente* (baza limbului se prelungește pe tulpină) și *conate* (frunzele opuse sunt unite prin bazele lor).

Teaca frunzei este partea lățită cu care frunza se prinde de tulpină. La multe plante lemnoase baza frunzei este însoțită de diferite formațiuni anexe: *stipele*, excrescențe foliare, mai adesea caduce, dispuse simetric de o parte și de alta a bazei pețiolului; *ochrea*, manșon de natură membranoasă provenit din concreșterea stipelelor, care învelește baza internodiilor (la *Polygonaceae*), *ligula*, membrană cu rol protector formată la limita dintre teacă și limb (la *Poaceae*).

La frunzele compuse, după modul de dispunere a foliolelor (Fig. 3.52) se deosebesc frunze *penat-compuse*, cu foliolele așezate simetric de o parte și de alta a pețiolului comun (rahisului), și frunze *palmat-compuse*, cu foliolele așezate radiar la vârful rahisului (la *Aesculus hippocastanum*). În cazul frunzelor penat-compuse, când rahisul prezintă o foliolă terminală, frunzele sunt *imparipenat-compuse* (la *Robinia pseudacacia*), iar când foliola terminală lipsește sau este transformată în cârcel, frunzele sunt *paripenat-compuse* (la *Lathyrus vernus*).

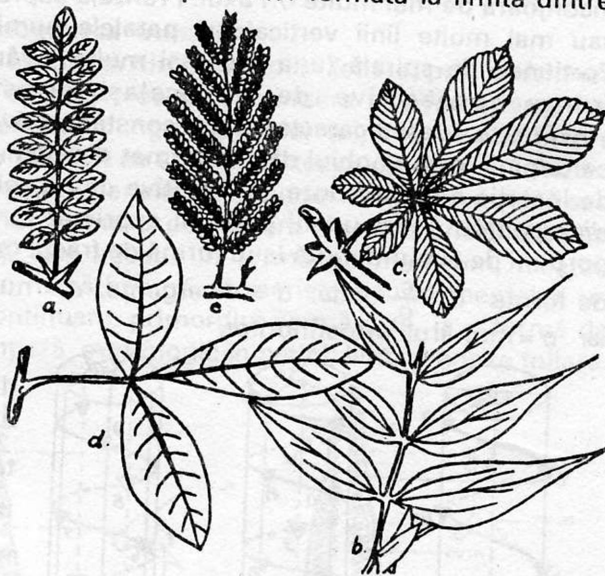


Fig. 3.52 — Frunze compuse la diferite specii: a - imparipenat-compusă (la salcâm); b - paripenat-compusă (la pupezele); c - palmat-compusă (la castan porcesc); d - trifoliolată (la salcâm galben); e - dublu penat-compusă (la glădiță)

Unele plante prezintă particularitatea de a purta frunze de formă și mărime diferite pe aceeași ramură și la același nivel, variație cunoscută sub numele de *anizofilie* (la *Selaginella*), sau altele (la *Hedera helix*), pe ramuri diferite, abatere numită *heterofilie*. În fine, există plante (la *Morus alba* ș.a.) la care se pot întâlni pe aceeași ramură frunze foarte diferite morfologic (mai ales sub raportul lobării), fenomen numit *polimorfism foliar*.

În diferite etape ale dezvoltării plantei se disting patru tipuri de organe foliare diferențiate morfologic și funcțional: *cotiledoanele* - primele organe foliare embrionare, *catafilele* - frunze rudimentare cu rol protector (solzii mugurilor și ai tulpinilor subterane), *nomofilele* - frunzele normale, *hipsofilele* - organele foliare apărătoare ale florilor și inflorescențelor (bractee, involucru, cupă).

Așezarea frunzelor pe tulpină

Frunzele, ca și mugurii normali, sunt așezate pe tulpină urmând o anumită legitate determinată de forma și așezarea primordiilor în vârful vegetativ și de dezvoltarea lor ulterioară sub acțiunea factorilor mediului extern. Cu studiul așezării frunzelor pe tulpină se ocupă filotaxia (de la gr. *„phyllon"*=frunză, *„taxis"*=rânduială).

Se disting trei moduri de așezare a frunzelor pe tulpină și ramuri: *altern* (câte o frunză la un nod), *opus* (câte două frunze la un nod) și *verticilat* (câte trei sau mai multe frunze la același nod).

În cazul dispunerii alterne, punctele de inserție a frunzelor, pornind de la bază spre vârf, urmează o linie spiralată (*spirală generatoare*) care înconjoară de mai multe ori axul. Frunzele suprapuse pot fi unite prin două sau mai multe linii verticale și paralele numite *ortostihuri* (Fig. 3.53). Porțiunea de spirală (una sau mai multe învârtituri) cuprinsă între două frunze consecutive de pe același ortostih se numește *ciclu*.

Foarte adesea caracteristic și constant, privitor la dispunerea frunzelor pe tulpină, este unghiul diedru format din planurile care trec prin punctele de inserție a două frunze consecutive de pe spirala generatoare (*unghi de divergență*). Acest unghi poate fi exprimat în grade sau mai sugestiv în porțiuni de circumferință (sub formă de fracții ordinare), numite *divergențe*, de forma $d = \frac{c}{o}$ unde: d = divergența, c = numărul spiralelor unui ciclu, iar o = numărul ortostihurilor.

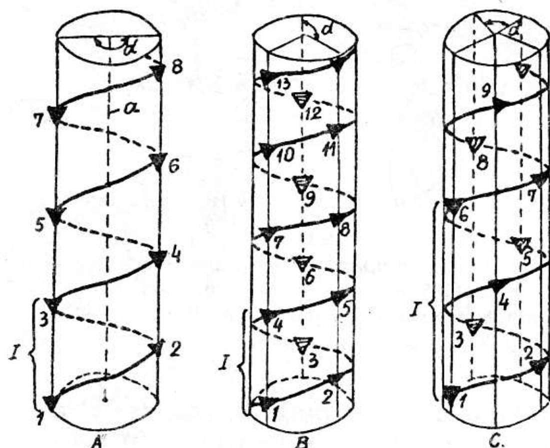


Fig. 3.53 — Așezarea distihă (A), tristihă (B) și pentastihă (C) a frunzelor: a - axul tulpinii; d - unghiul de divergență; I - un ciclu; liniile verticale sunt ortostihuri

Valorile pe care le iau divergențele la plante pot fi: $\frac{1}{2}$ la așezarea *distihă* (la fag, tei pe ramuri plagiotrope), $\frac{1}{3}$ la cea *tristihă* (la anin, mesteacăn), $\frac{2}{5}$ la cea *pentastihă* (stejar, prun etc.), $\frac{3}{8}$ la cea *octostihă* (dafin), $\frac{5}{13}$, $\frac{8}{21}$ etc. Se observă că o divergență oarecare rezultă prin adunarea numărătorilor și a numitorilor celor două care o preced.

Prin faptul că divergența se schimbă în ontogeneza plantei, iar pe unele ramuri nu se disting ortostihuri, unii autori au elaborat alte teorii privitoare la exprimarea modului de așezare a frunzelor (Plantefol, 1946 – teoria elicelor foliare multiple).

La unele plante (puieți de arțar, castan sălbatic etc. crescuți în umbră), fără a se modifica unghiul de divergență, se realizează, printr-o creștere inegală a pețiolilor de la noduri diferite, o dispunere a frunzelor în același plan, pentru a nu se umbri unele pe altele, așezare numită mozaic foliar.

Frunze metamorfozate

Între funcțiile nespecifice pe care acest organ le poate îndeplini, menționăm pe aceea de *protecție* realizată prin transformarea în spini (la *Berberis*, la *Robinia pseudacacia* - stipele transformate în spini), *agățare*

de suport prin transformare în cârcei (la *Clematis vitalba* - pețioli transformați în cârcei), *prindere și digerare a insectelor* (la *Drosera, Utricularia* etc.).

3.4.2. ANATOMIA FRUNZEI

Frunza prezintă o structură caracteristică, adaptată pentru îndeplinirea funcțiilor sale specifice.

a. Morfogeneza și histogeneza frunzei

Țesuturile frunzelor se formează din primordiile foliare, prin diviziunea celulelor acestora, urmată de creșterea prin întindere și diferențierea lor. Primordiile se individualizează în lungul apexului tulpinii, mereu înspre vârf (acropetal), și cresc pe măsură ce se îndepărtează de acesta. Inițierea primordiului are loc prin diviziuni periclinale ale unor celule din tunică sau din tunică și corpus. Ulterior, printr-o combinare de diviziuni și creșteri celulare, rezultă primordiul, mai adesea în formă de mamelon, alcătuit dintr-un strat protodermic, o masă internă de meristem fundamental și un cordon de procambiu. În continuare, primordiul se mărește, ia o formă de con (Fig. 3.54 a) și se diferențiază morfologic în pețiol, limb și anexe foliare.

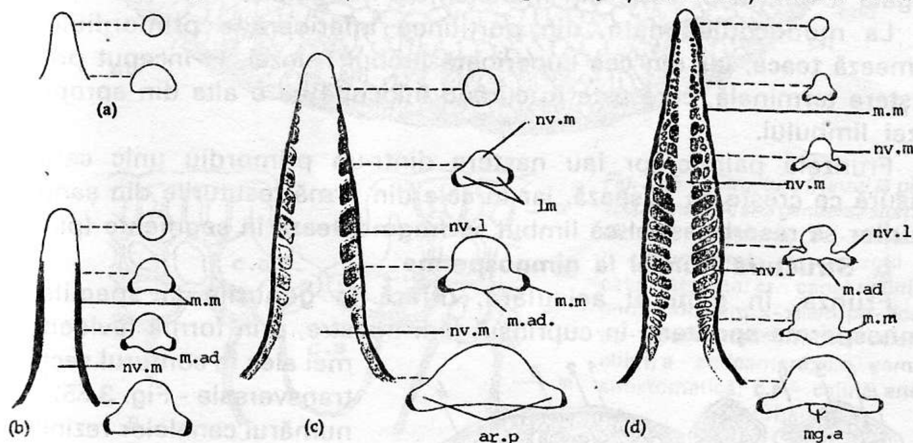


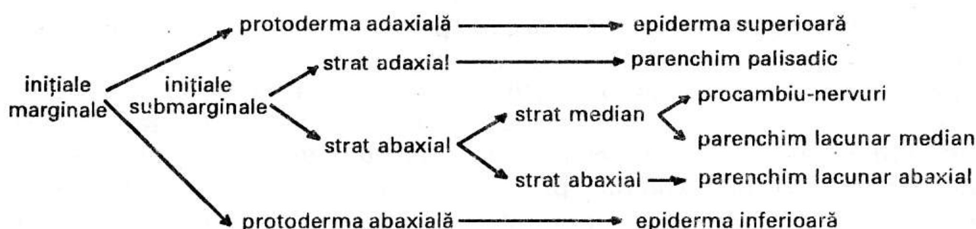
Fig. 3.54 — Stadii (a, b, c și d) în diferențierea frunzei la dicotiledonate (secț. long. și transv.): m.m - meristem marginal; m.ad - meristem adaxial; nv.m - nervură mediană; nv.l - nervură laterală; lm - limb foliar; ar.p - aripile pețiolului; mg.a - mugure axiiar

La dicotiledonate, din partea inferioară a primordiului (care este mai umflată) se diferențiază baza frunzei și anexele sale, iar din cea superioară ia naștere pețiolul, nervura mediană și o parte îngustă a limbului.

Creșterea în lungime a limbului la marea majoritate a angiospermelor se realizează mai ales prin activitatea unei *zone intercalare* a primordiului, creșterea apicală fiind de foarte scurtă durată.

Creșterea în grosime a limbului, obișnuit asociată cu creșterea în lungime, este datorată unui *meristem ventral* (adaxial) și limitată numai la nervura mediană (Fig. 3.54). În felul acesta, în fazele de început se realizează mai ales alungirea și îngroșarea axei frunzei în formare. Urmează apoi creșterea în lățime a limbului, care se realizează prin două fâșii

marginale de meristem, constituite fiecare din protodermă, provenită din *inițiale marginale* și din meristem fundamental, generat mai ales de *inițiale submarginale*. Pornindu-se de la inițialele marginale, se vor forma cele două epiderme, iar de la cele submarginale, parenchimul asimilator (țesutul palisadic și lacunar) și țesutul vascular (nervurile), așa cum evidențiază schema următoare:



Dinții, lobii și foliolele frunzelor compuse rezultă prin activitatea inegală a diferitelor zone din meristemele marginale.

La monocotiledonate, din porțiunea inferioară a primordiului se formează teaca, iar din cea superioară limbul frunzei, la început printr-o creștere terminală, care este în curând înlocuită cu o alta din apropierea bazei limbului.

Frunzele palmierilor iau naștere dintr-un primordiu unic care pe măsură ce crește se plisează, iar în cele din urmă țesuturile din șanțurile pliurilor se resorb, astfel că limbul se fragmentează în segmente (pinule).

b. Structura frunzei la gimnosperme

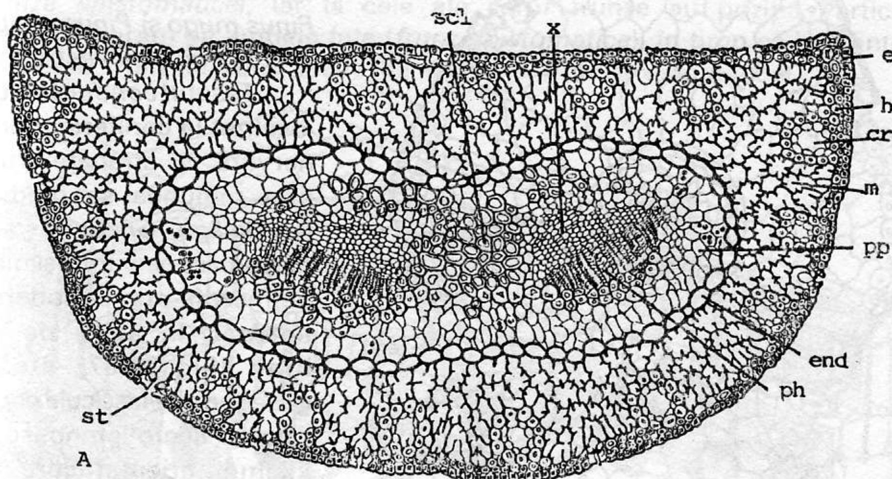
Frunza, în general aciculară, diferă la genurile și speciile de gimnosperme spontane în cuprinsul țării noastre, prin formă (evidențiată mai ales în conturul secțiunii transversale - Fig. 3.55), prin numărul canalelor rezinifere, precum și prin alte particularități de structură, legate îndeosebi de adaptările lor la uscăciune.

Fig. 3.55 — Secțiuni transversale prin frunze de molid (A), brad (B), pin strob (C), pin negru (D), ienupăr (E): 1 - epidermă; 2 - mezofil; 3 - nervuri; 4 - canal rezinifer

În frunză se disting epiderma, mezofilul și nervura cu fasciculele libero-lemnoase.

Epiderma este formată dintr-un strat de celule, obișnuit cu pereții îngroșați și lignificați, la exterior cu cuticulă bine dezvoltată și acoperită de ceară. Sub epidermă se află unul sau mai multe straturi de celule cu pereții de asemenea îngroșați, care alcătuiesc hipoderma, continuă

(la *Pinus* - Fig. 3.56) sau cu întreruperi (la *Abies* - Fig. 3.57), de regulă mai bine reprezentată la colțurile frunzei. Stomatele, adesea de tip xeromorf, sunt adâncite de obicei în hipodermă sau în mezofil, având celulele anexe mari, între ele cu o *anticameră (cameră suprastomatică)* mai mult sau mai puțin înaltă; pot fi dispuse numai pe fața inferioară sau pe ambele fețe ale frunzei (pin, brad).



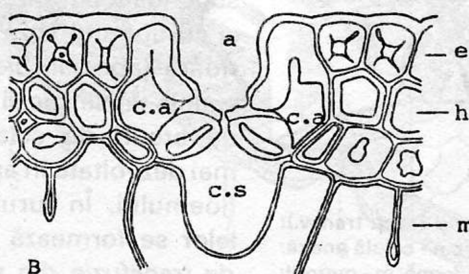


Fig. 3.56 — Structura frunzei la pin în secț. transv. (A) și organizarea stomatei (B): e - epidermă; st - stomată; h - hipodermă; m - mezofil din celule septate; cr - canal rezinifer; end - endoderm; x - xilem; ph - floem; pp - țesut de transfuzie; scl - sclerenchim; a - anticameră; c.s - cameră substomatică; c.a - celulă anexă (A - original)

Mezofilul acelor de rășinoase poate fi de tipul țesutului asimilator septat (format din celule izodiametrice cu pereții invaginați spre lumen, mărind suprafața de dispunere a cloroplastelor, ca la pini - Fig. 3.56 și la alte câteva conifere) sau diferențiat în țesut palisadic (format din celule prismatice alungite) și lacunar (la *Abies* - Fig. 3.57, *Sequoia, Taxus* și alte

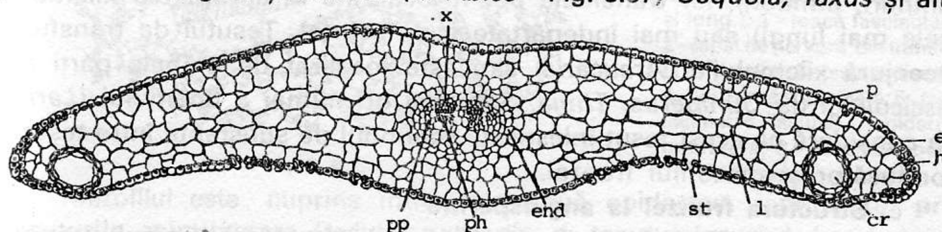


Fig.3.57 — Structura frunzei la brad (secț. transv.): e - epidermă; st - stomată; h - hipodermă; p - țesut palisadic; l - țesut lacunar; cr - canal rezinifer; end - endoderm; x - xilem; ph - floem; pp - țesut de transfuzie (original)

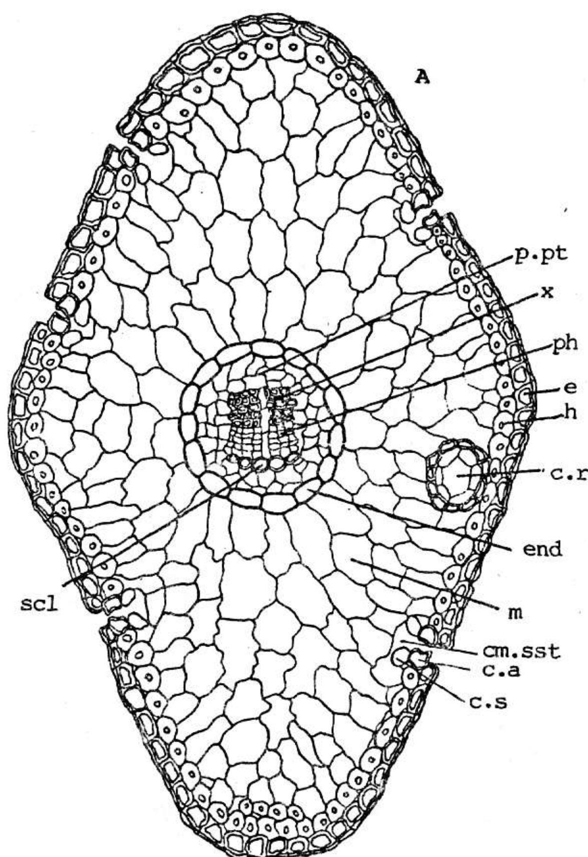


Fig. 3.58 — Structura frunzei la molid (secț. transv.): e - epidermă; c.s - celulă stomatică; c.a - celulă anexă; cm.sst - cameră substomatică; h - hipodermă; m - mezofil; c.r - canal rezinifer; end - endoderm; p.pt - țesut de transfuzie; x - xilem; ph - floem; scl - sclerenchim (original)

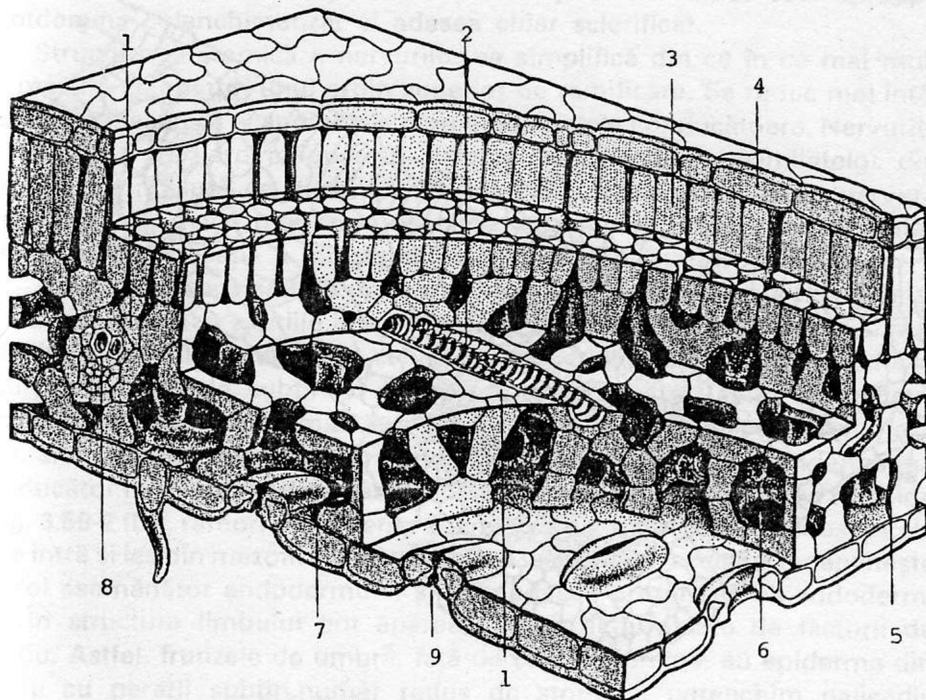
gimnosperme - *Cycas, Ginkgo*). În mezofil se formează canale secretoare, diferite ca număr (1-2 la *Picea abies* - Fig. 3.58, 1 la *Juniperus communis*, 2 la *Abies*, 3 la *Pinus mugo* și *Pinus strobus*, 5-12 la *Pinus sylvestris* etc.).

Țesutul conducător este localizat la conifere în unica nervură ce străbate frunza prin regiunea sa mediană (la *Ginkgo, Gnetum* ș.a. în numeroase nervuri), delimitată de mezofil prin endodermul unistrat. În acele de pin, brad (Fig. 3.57) etc. se găsesc două fascicule conducătoare libero-lemnoase, cu xilemul orientat spre fața superioară a frunzei (adaxial) și cu floemul spre cea inferioară (abaxial). Fasciculele sunt la unele specii susținute de arcuri de sclerenchim, mai dezvoltate în apropierea floemului. În jurul fasciculelor se formează un *țesut de transfuzie* din celule vii, parenchimatice și din traheide cu punctuațiuni areolate. Celulele parenchimatice pot conține diferite substanțe ce se acumulează în timpul anului (rășini, taninuri, amidon), iar traheidele pot fi localizate în apropierea xilemului (cele mai lungi) sau mai îndepărtate (cele scurte). Țesutul de transfuzie înconjură xilemul (la *Araucaria*) sau este localizat de ambele părți ale fasciculului (la *Juniperus, Thuja, Sequoia*) ori numai a floemului (*Larix*). Se consideră că acest țesut înlesnește schimbul de substanțe între țesutul conducător și mezofilul frunzei.

c. Structura frunzei la angiosperme

c_1. *Structura limbului foliar.* Sub raport structural, limbul prezintă următoarele părți: epiderma, mezofilul și țesutul conducător localizat în nervuri (Fig. 3.59).

Epiderma, unistrată (rareori bi- sau multistrată), cu cuticula evidentă, este prevăzută cu stomate și adesea cu peri. Înconjură periferic limbul, deosebindu-se astfel o epidermă superioară (ventrală, adaxială) și una inferioară (dorsală, abaxială). La majoritatea arborilor, stomatele sunt localizate exclusiv în epiderma inferioară, frunzele numindu-se *hipostomatice,* pe când la plantele acvatice natante numai pe fața superioară (*frunze epistomatice*), iar la cele ale căror frunze au poziție verticală (stânjenel, grâu) pe ambele fețe (*frunze bistomatice*), în timp ce la plantele submerse frunzele sunt lipsite de stomate (*frunze astomatice*).



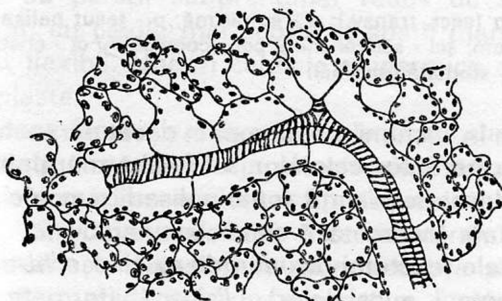


Fig. 3.59 — Structura frunzei la angiosperme (secț. transv. și long.): 1 - teacă fasciculară; 2 - capăt de nervură din traheide (2 B - detaliu); 3 - țesut palisadic; 4 - epidermă superioară; 5 - țesut lacunar; 6 - lacună; 7 - epidermă inferioară; 8 - fascicul libero-lemnos; 9 stomată

Mezofilul este cuprins între cele două epiderme, reprezentat prin țesuturile asimilatoare (*țesutul palisadic* și *țesutul lacunar*). La *frunzele bifaciale* (caracteristice pentru cele mai multe plante lemnoase) țesutul palisadic, format din unul sau câteva straturi de celule alungite, bogate

în cloroplaste, este așezat sub epiderma superioară, celulele având o poziție perpendiculară pe ea (Fig. 3.59 și 3.60), iar țesutul lacunar, format din celule parenchimatice de diferite forme, cu spații intercelulare mari (lacune), mai sărac în cloroplaste decât țesutul palisadic, este dispus obișnuit între țesutul palisadic și epiderma inferioară. *Frunzele cu structură ecvifacială* (la eucalipt, garoafă) au țesut palisadic așezat spre ambele fețe, iar cele *cu structură omogenă* (ferigi, măcriș iepuresc) prezintă mezofil format dintr-un singur fel de celule izodiametrice și relativ sărace în cloroplaste.

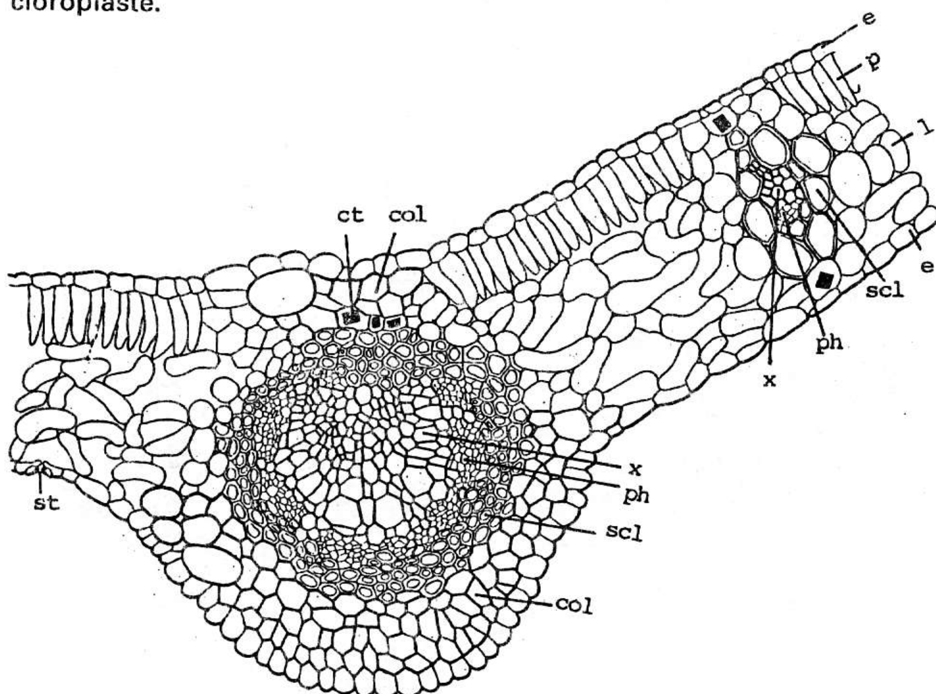


Fig. 3.60 — Structura frunzei la fag (secț. transv.): e - epidermă; p - țesut palisadic; l - țesut lacunar; x - xilem; ph - floem; scl - sclerenchim; col - colenchim; ct - cristale; st - stomată (original)

Deși țesutul palisadic apare în secțiuni mai compact decât parenchimul lacunar, cea mai mare parte a pereților celulelor sale sunt mărginite de spații intercelulare, astfel că adesea suprafața zonei palisadice poate fi de 2-4 ori mai mare decât suprafața însumată a zonei lacunare.

Spațiile intercelulare mari ale țesutului lacunar, de origine *schizogenă* (formate prin îndepărtarea treptată a celulelor), *lisigenă* (formate prin dizolvarea pereților celulari) sau *rexigenă* (formate prin ruperea pereților), înlesnesc schimbul de gaze între celule și mediu.

În mezofilul unor plante se pot întâlni diferite cristale sau substanțe organice depozitate în celule (uleiuri eterice, taninuri etc.) precum și pungi sau canale secretoare, laticifere, celule buliforme (la *Gramineae*) etc.

Țesutul conducător, cuprins în nervuri, este format din fascicule libero-lemnoase, cu xilemul adaxial și floemul abaxial. Mai adesea nervura are numai un fascicul libero-lemnos, doar nervura principală poate cuprinde, la unele specii, mai multe fascicule (*Juglans, Eucalyptus*). Nervura mediană, uneori și ramurile sale mai dezvoltate, suferă o îngroșare secundară în urma activității unui arc cambial (la stejar).

Frecvent nervurile mai dezvoltate proeminează înspre fața inferioară a limbului, iar înspre fața superioară în dreptul lor se află o depresiune. Sub cele două epiderme, parenchimul din jurul nervurilor este aproape întotdeauna colenchimatizat și adesea chiar sclerificat.

Structura anatomică a nervurilor se simplifică din ce în ce mai mult pe măsură ce aparțin unui ordin superior de ramificare. Se reduc mai întâi țesuturile mecanice și apoi unele dintre elementele conducătoare. Nervurile subțiri, fine (de ordin superior) servesc la colectarea asimilatelor din mezofil. Pe măsură ce dimensiunile lor cresc, apropiindu-se de nervura principală, ele devin mai puțin asociate mezofilului, îndeplinind mai ales funcții de translocație a substanțelor asimilate în frunză.

Țesuturile vasculare ale nervurilor nu ajung decât în mod excepțional în contact direct cu spațiile intercelulare și lacunare, întrucât nervurile mai principale sunt înconjurate de celule parenchimatice colenchimatizate sau sclerificate, iar cele subțiri și fine prezintă în jurul lor unul sau câteva straturi de parenchim mai compacte, alcătuind o *teacă fasciculară* (Fig. 3.59). Aceste teci însoțesc nervurile până la capetele lor, unde țesutul conducător mai conține doar câteva elemente traheale (mai adesea traheide - Fig. 3.59-2 (B)), rareori și elemente floemice. Prin faptul că toate substanțele care intră și ies din mezofil trec și prin teaca fasciculară, aceasta îndeplinește un rol asemănător endodermului și este adesea prezentată ca endoderm.

În structura limbului pot apărea variații determinate de factorii de mediu. Astfel, frunzele de umbră, față de cele de lumină, au epiderma din celule cu pereții subțiri,număr redus de stomate, parenchim palisadic unistrat, cu celule mai scurte și spații mari. Limbul lor este mai subțire și mai flexibil. Uneori celulele epidermice ale frunzelor de umbră conțin cloroplaste.

Teaca fasciculară la unele plante (porumb, trestie de zahăr, mei etc.) este foate dezvoltată în jurul nervurilor, prezentând și cloroplaste și având un rol în mărirea eficienței fotosintezei.

c_2. *Structura pețiolului.* Este asemănătoare cu cea a tulpinii, de care se deosebește totuși prin monosimetrie și prin polistelia sa frecventă. Prezintă o epidermă, un parenchim cortical și fascicule conducătoare libero-lemnoase, mai adesea de tip colateral închis, variabile ca număr și așezare (Fig. 3.61): un singur fascicul, mai multe fascicule distribuite în arcuri sau dispuse sub formă de inel continuu etc. Adeseori se pot constitui și fascicule suplimentare, așezate în exteriorul sau interiorul arcurilor principale.

Țesuturile de rezistență sunt reprezentate prin colenchim și sclerenchim, localizate mai ales spre periferia pețiolului (sub formă de manșoane continue sau de arcuri) și prin țesuturile mecanice însoțitoare ale fasciculelor conducătoare.

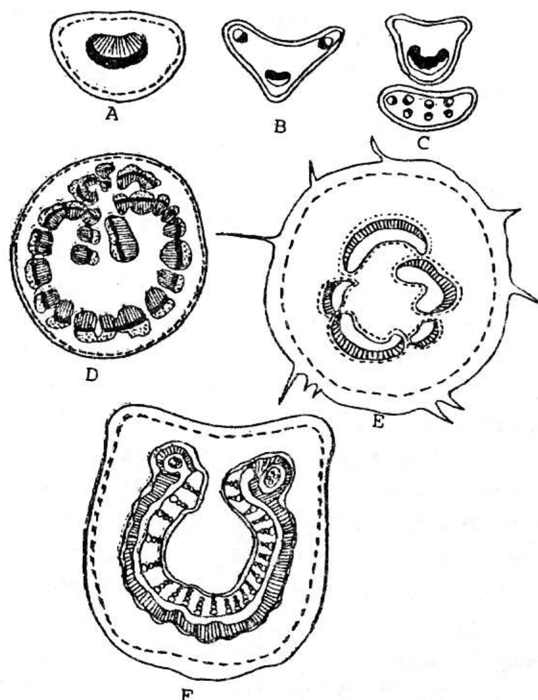


Fig. 3.61 — Structura pețiolului la diferite plante (secț. transv.): A - la *Euonymus;* B - la *Salix;* C - la *Quercus;* D - la *Platanus;* E - la *Corylus;* F - la *Alnus*

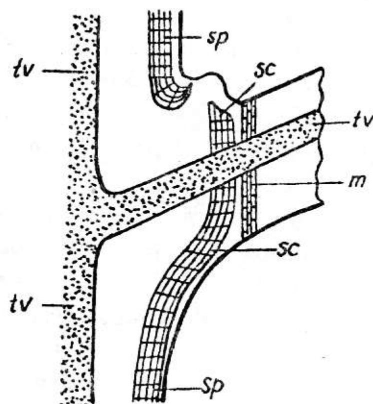


Fig. 3.62 — Formarea lamei de meristem în pețiolul frunzei (secț. long.): tv - țesut conducător; sp - suber peridermic; sc - suber de cicatrizare; m - meristem

d. Durata frunzelor și căderea lor

Frunzele au în general o durată de viață mai redusă decât a celorlalte organe vegetative. La multe plante ierboase și lemnoase (*Tilia, Fagus, Acer, Larix*) din zona climatului temperat, frunzele sunt *monociclice* având o durată limitată la un singur sezon de vegetație. Câteva plante (*Asarum, Hepatica*) au frunzele *holociclice,* ele rămân nedesprinse de plantă, fiind înlocuite numai la începutul primăverii următoare. Coniferele, în marea lor majoritate, au frunze *pleiociclice,* care durează mai mulți ani (2-5), fiind înlocuite pe rând, planta rămânând astfel cu coroana permanent îmbrăcată.

Căderea frunzelor are loc prin formarea la baza pețiolului, perpendicular pe ax, a unei lame de meristem secundar, care străbate toate țesuturile, exceptând fasciculele conducătoare. După resorbția stratului mijlociu al lamei de meristem, frunza se menține doar prin fascicule, care vor ceda sub acțiunea curenților de aer. Zona meristematică rămasă va forma un suber de cicatrizare, care se racordează la suberul peridermic al ramurii (Fig. 3.62).

Capitolul IV

ÎNMULȚIREA PLANTELOR

Înmulțirea este funcția biologică a organismelor vii prin care acestea asigură continuitatea vieții, dând naștere la urmași asemănători cu genitorii lor. În procesul de înmulțire, dintr-un individ sau dintr-o pereche de indivizi se formează descendenți, care sunt în măsură să urmeze același ciclu de viață ca și părinții lor. Formele de înmulțire în lumea plantelor, deși extrem de variate, se pot grupa în trei categorii principale și anume: *înmulțirea vegetativă, înmulțirea asexuată* și *înmulțirea sexuată.*

4.1. ÎNMULȚIREA VEGETATIVĂ

Este capacitatea plantelor de a reface un nou organism, pornind de la un organ vegetativ, fragment de organ, anumite țesuturi sau chiar de la o singură celulă, de aceea înmulțirea vegetativă mai poartă numele de *regenerare.* Organismele rezultate în urma înmulțirii vegetative au individulalitate fiziologică, dar păstrează constituția genetică a plantei-mamă.

În mod natural, înmulțirea vegetativă se realizează prin *diviziune celulară* (caracteristică plantelor unicelulare: bacterii, alge etc.), *prin înmugurire,* ca o abatere de la diviziunea celulară normală (la ciuperci din grupa drojdiilor - *Saccharomyces*), prin *fragmentarea talului,* proprie algelor pluricelulare, ciupercilor și lichenilor, prin *organe vegetative,* întâlnită la plantele superioare adică stoloni, lăstari, drajoni, muguri tuberizați (tuberule, bulbile), *tulpini subterane* (bulbi, tuberculi, rizomi).

Înmulțirea vegetativă dirijată de om (*înmulțirea vegetativă artificială*) se referă la un ansamblu de practici bazate pe capacitatea de regenerare a plantelor: *butășire* (înmulțire prin folosirea unor fragmente de organe vegetative - *butași*); *marcotaj artificial* (înmulțire prin ramuri ce se aduc în contact cu solul și nu se desprind de planta mamă decât după ce s-au format rădăcini adventive) și *altoire* (grefarea unui butaș sau mugure, numit *altoi,* pe o plantă care are rădăcini, numită *portaltoi*).

4.2. ÎNMULȚIREA ASEXUATĂ (MONOGONIA)

Se face prin germeni specializați, produși de același organism, denumiți *spori.* Aceștia se formează într-o anumită etapă a dezvoltării individuale a organismului. Din germinarea sporilor, în condiții de mediu favorabile, rezultă noi plante. Dintre numeroasele tipuri de spori menționăm (Fig. 4.1): *endosporii* (se formează în interiorul unor celule sau al unor organe

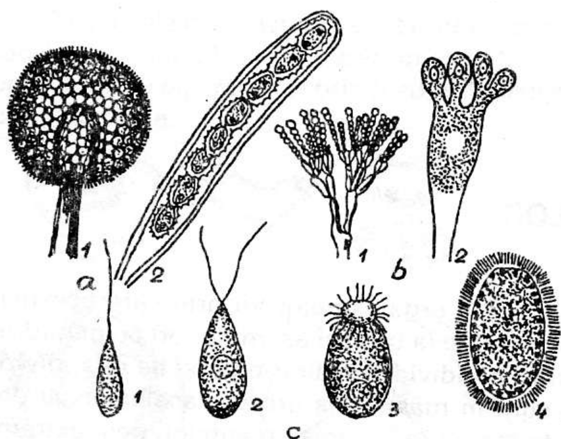


Fig. 4.1 — *Diferite tipuri de spori:* a - endospori (1 - în sporangele de mucegai alb; 2 - în ască); b - exospori (1 - conidii la *Penicillium;* 2 - bazidiospori); c - spori mobili (1 - la mixomicete; 2 - la alga *Protococcus;* 3 - la alga *Oedogonium;* 4 - la *Vaucheria)*

sporogene: ascosporii, sporii de la mucegaiul alb); *exosporii* (iau naștere la exteriorul unor celule sau al unor organe: bazidiosporii și conidiile); *sporii mobili = zoosporii* (au organite de mișcare); *sporii imobili = aplanosporii; sporii obligatorii* (a căror prezență este absolut necesară pentru desfășurarea ciclului biologic al plantei: sporii de la mușchi și ferigi); *sporii facultativi* (sporii de rezistență ai bacteriilor ș.a.); *sporii haploizi* (cu nucleu ce prezintă *n* cromozomi); *sporii diploizi* (cu nucleu ce prezintă 2*n* cromozomi); *izosporii* (egali ca formă și mărime la aceeași plantă); *heterosporii* (inegali ca mărime: microsporii și macrosporii la *Selaginella*).

4.3. ÎNMULȚIREA SEXUATĂ (AMFIGONIA)

4.3.1. PARTICULARITĂȚILE ÎNMULȚIRII SEXUATE

La înmulțirea sexuată are loc unirea (fecundația) a două celule de sex contrar (gamet mascul și gamet femel), cu formarea unui *ou (zigot)* care reprezintă încheierea ciclului de dezvoltare parental și începutul celui filial. În timpul dezvoltării sale din celula ou, noul organism repetă (reproduce) toate fazele de dezvoltare prin care au trecut și părinții săi, de aceea înmulțirea sexuată se mai numește și *reproducere.*

Gameții sunt celule sexuale haploide cu nucleu, citoplasmă și, la unele unități taxonomice, cu organite de mișcare. Iau naștere în gametangi și pot fi *izogameți* (identici morfologic) și *anizogameți (heterogameți,* inegali din punct de vedere morfologic). În cazul celor din urmă, gametul femel, *macrogametul* sau *oosfera,* este mai voluminos și de obicei imobil, iar gametul mascul, *microgametul* sau *anterozoidul,* este mai mic, mobil (cu organite de mișcare) sau imobil când poartă numele de *spermatie.*

Fuzionarea gameților sau *fecundația* cuprinde două fenomene intime: *plasmogamia* - fuzionarea plasmelor celor doi gameți și *cariogamia* - fuzionarea nucleilor lor. Ceilalți constituenți citoplasmatici se amestecă între ei fără să fuzioneze. Zigotul rezultat din fuziunea celor doi gameți este diploid.

După forma și dimensiunile gameților, fecundația poate fi: *izogamie,* care constă din unirea a doi gameți identici morfologic (la unele alge

verzi - Fig. 4.2, unele ciuperci etc.); *anizogamie (heterogamie),* când copularea are loc între doi heterogameți (la unele alge brune - Fig. 4.3); *oogamie,* care este o heterogamie evoluată, caracterizată prin prezența *oogonului* (la unele alge verzi) sau a *arhegonului* (la mușchi, ferigi) cu unul sau mai mulți gameți femeli și a *anteridiului* cu gameți masculi ciliați. La gimnospermele mai evoluate și la angiosperme, gameții bărbătești (spermatii) ajung la oosferă prin intermediul tubului polinic, acest tip de oogamie fiind denumit, din această cauză, *sifonogamie.*

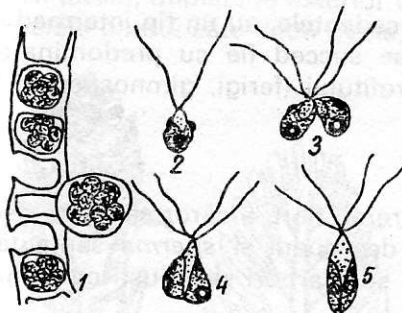


Fig. 4.2 — Izogamie la Ulothrix: 1 - fragment de tal cu gamentangii; 2 - gamet liber; 3,4,5 - diferite faze ale fecundației

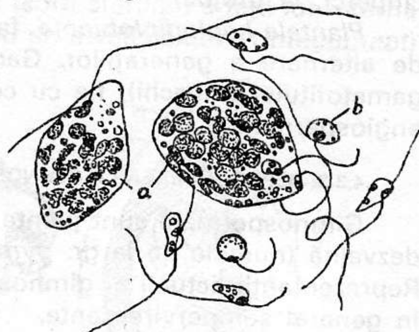


Fig. 4.3 — Anizogamia la Cutleria: a - gameți femeli și b - gameți masculi

După natura copulanților, fecundația poate fi *gametogamie* (se realizează prin unirea gameților), *gametangiogamie* (are loc prin unirea gametangiilor - la unele mucegaiuri) și *somatogamie* (se realizează prin copularea a două celule vegetative - la ciupercile basidiomicete).

4.3.2. ALTERNAREA DE GENERAȚII

În ciclul de viață al unei plante cu sexualitate intervin două momente importante, fecundația și diviziunea reducțională. Ele împart ciclul vital în două *faze* sau două *generații:* una diploidă (2*n*), asexuată, producătoare de spori (în urma meiozei), motiv pentru care se mai numește și *sporofit,* și alta *haploidă* (*n*), sexuată, producătoare de gameți, numită și *gametofit.*

Aceste două generații se succed cu regularitate, proces ce poartă numele de *alternare de generații, schimb de generații* sau de *faze.*

Durata celor două generații, forma și organizarea lor sunt variabile la diferite grupe de plante. În general, organismele vegetale pot fi clasificate în trei categorii: *haplobionte, diplobionte* și *haplodiplobionte* (Fig. 4.4).

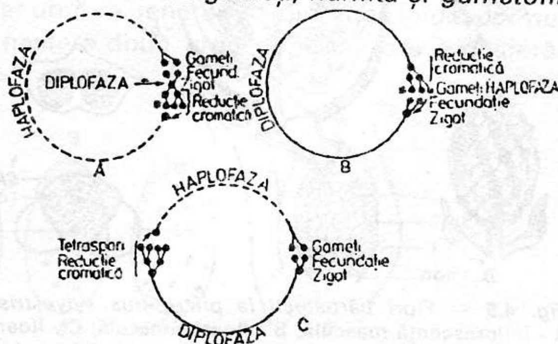


Fig. 4.4 — Alternarea de generații la diferite plante (scheme): A - haplobionte; B - diplobionte; C - haplodiplobionte

Plantele haplobionte au aparatul vegetativ în întregime haploid; din întreg ciclul de viață numai zigotul este diploid. La germinare acesta se divide reducțional, formând patru spori din care iau naștere indivizi haploizi, gametofiți (la *Spirogyra, Ulothrix* etc.).

Plantele diplobionte se caracterizează printr-un aparat vegetativ în întregime diploid. Diviziunea reducțională are loc la formarea gameților, singurele celule haploide din întreg organismul (la *Diatomeae* și, dintre ciuperci, la drojdii).

Plantele haplodiplobionte, față de precedentele, au un tip intermediar de alternare a generațiilor. Generațiile se succed fie cu predominarea gametofitului (mușchi), fie cu cea a sporofitului (ferigi, gimnosperme și angiosperme).

4.3.3. REPRODUCEREA LA GIMNOSPERME

Gimnospermele sunt plante superioare cu flori, a căror sămânță este dezvelită (numele de la gr. *gymnos*=gol, descoperit și *sperma*=sămânță). Reprezentanții actuali ai gimnospermelor sunt arbori și arbuști cu frunze în general sempervirescente.

a **Structura florii la gimnosperme.** Florile gimnospermelor sunt unisexuate, dispuse monoic (pe același individ ca la *Pinus, Picea, Larix* etc.) sau dioic (pe indivizi diferiți ca la *Cycas, Taxus, Ginkgo* etc.).

În cele ce urmează, se va analiza structura florilor la *Pinus sylvestris,* cu referiri și la alte gimnosperme.

a_1. *Florile bărbătești* la pin (Fig. 4.5) sunt așezate la vârful unor ramuri principale și grupate în inflorescențe simple (amenți). Fiecare floare prezintă un ax pe care se dispun în spirală solzi (stamine), pe fața lor inferioară cu câte doi saci polinici (la *Taxus* se formează 5 saci polinici, la *Juniperus* 4-6, la *Cupressus* 2-4). La baza florilor se află bractee protectoare. În interiorul sacilor polinici se diferențiază un arhesporiu (celulele mamă ale grăunciorilor de polen). Din fiecare celulă mamă, prin două diviziuni, dintre care prima este reducțională, se formează patru *microspori* haploizi (grăunciori de polen) grupați în tetrade. Grăunciorii de polen maturi sunt prevăzuți cu doi pereți (*exină* și *intină*), care, în părțile laterale, sunt

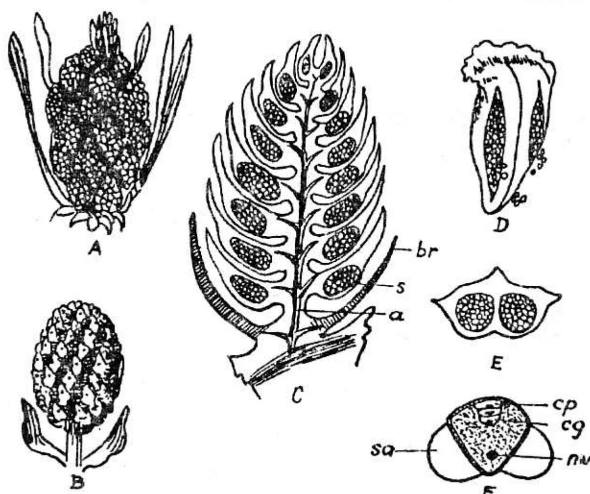


Fig. 4.5 — Flori bărbătești la pin (Pinus sylvestris): A - inflorescență masculă; B - floare masculă; C - floare masculă (secț. long.); D - stamină cu saci polinici deschiși și E - stamină (secț. transv.); F - grăuncior de polen; a - axa inflorescenței; br - bractee; s - sac polinic; nv - celulă vegetativă; cg - celulă generativă; cp - celule protaliene; sa - saci cu aer

îndepărtați unul față de celălalt, delimitându-se astfel doi *saci cu aer*. Interiorul grăunciorului constă dintr-o celulă mare cu nucleu voluminos (*celula vegetativă*) și o *celulă generativă (anteridială)* lipită de două *celule protaliene*. Din celula generativă se vor forma gameții: la pin câte două spermatii, iar la *Cycadales* și *Ginkgoales* anterozoizi ciliați.

a_2. *Florile femeiești* (Fig. 4.6) sunt grupate în conuri dispuse la extremitatea unor ramuri. Pe axul conului sunt inserate spiralat *carpelele* (solzii fertili), dublate la exterior de *bractei* (solzi sterili). Pe fața lor internă carpelele poartă câte două ovule, fiecare cu un înveliș extern (*integument*)

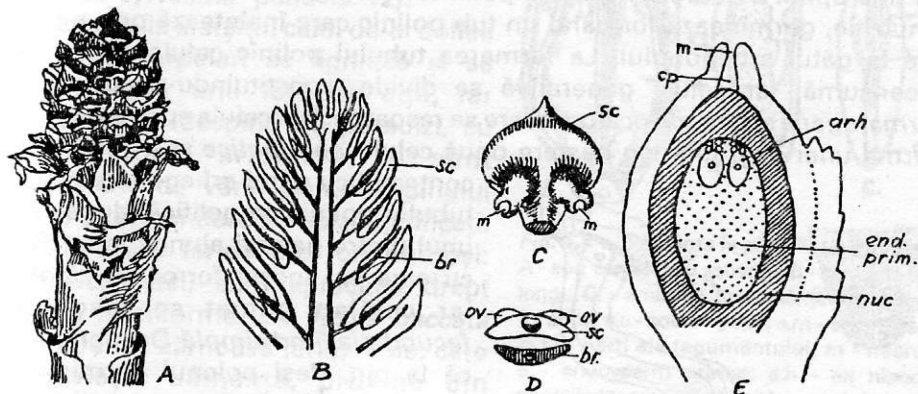


Fig. 4.6 — Flori femeiești la pin (Pinus sylvestris): A - inflorescență femelă (con); B - inflorescență (secț. long.); C - solz carpelar cu ovule; D - floare (secț. transv.); E - ovul; sc - solz carpelar; br - bractee (solz steril); ov - ovul; m - micropil; cp - cameră polinică; arh - arhegon; nuc - nucelă; end.prim. - endosperm primar

întrerupt la partea superioară de o deschidere (*micropil*), sub care se află o adâncitură numită *cameră polinică*. Interiorul ovulului constă dintr-un țesut trofic numit *nucelă*, în care se formează prin meioză, pornind de la o celulă subepidermică a nucelei, patru macrospori. Dintre cei patru macrospori, trei se vor resorbi, iar unul va genera prin diviziune *endospermul primar* (Fig. 4.7). În acesta iau naștere două *arhegoane* cu câte o oosferă.

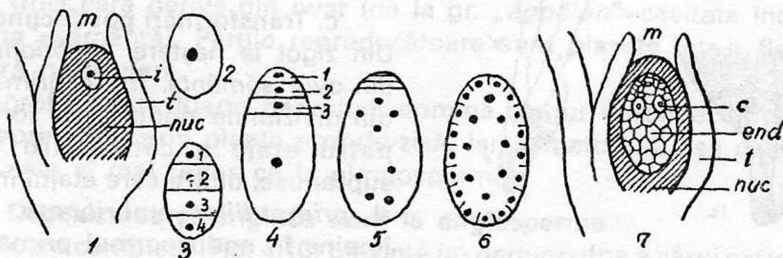


Fig. 4.7 — Formarea endospermului primar la pin (Pinus sylvestris): 1–7 - faze în dezvoltarea endospermului primar; nuc - nucelă; i - celula mamă a endospermului primar; t - integument; end - endosperm primar; c - arhegoane; m - micropil

Carpela împreună cu solzul steril (bracteea) reprezintă câte o floare dispusă spiralat pe axul comun, iar ansamblul lor constituie deci o inflorescență. Alte gimnosperme se deosebesc de pin sub raportul organizării florilor femele: la *Ginkgo* floarea femelă are două carpele cu câte un ovul ortotrop, la *Taxus* floarea este solitară și are trei verticile de carpele care învelesc un singur ovul terminal, la *Gnetales* floarea constă dintr-un singur ovul fără arhegoane.

b. **Polenizarea și fecundația.** Grăunciorii de polen, la maturitate, sunt puși în libertate prin crăparea sacilor polinici și, purtați de vânt, pot ajunge prin micropilul ovulului în camera polinică. Aici, găsind condiții favorabile de nutriție, germinează formând un tub polinic care înaintează prin nucelă până la gâtul arhegonului. La formarea tubului polinic celula vegetativă se consumă, iar celula generativă se divide, constituindu-se o *celulă spermatogenă* și una *dislocatoare* care se resoarbe. Din celula spermatogenă, în urma unei diviziuni, iau naștere două celule *spermatice* sau gameți. La contactul cu gâtul arhegonului vârful tubului polinic se gelifică, după care unul dintre gameți ajunge la oosferă cu care se unește formând *zigotul*, iar celălalt gamet se resoarbe, *fecundația fiind simplă*. De menționat că la pin, deși polenul germinează repede, fecundația se realizează numai după maturarea oosferei (interval ce poate fi de 1-5 luni de la polenizare). La *Araucaria* și la *Taxus* cele două spermatii sunt inegale, oosfera fiind fecundată de cea mai voluminoasă dintre ele. La *Abies balsamea* și *Ephedra campylopoda*, una din spermatii fecundează oosfera, iar cealaltă se unește cu *celula ventrală* care formează ulterior un țesut nutritiv, un fel de endosperm secundar.

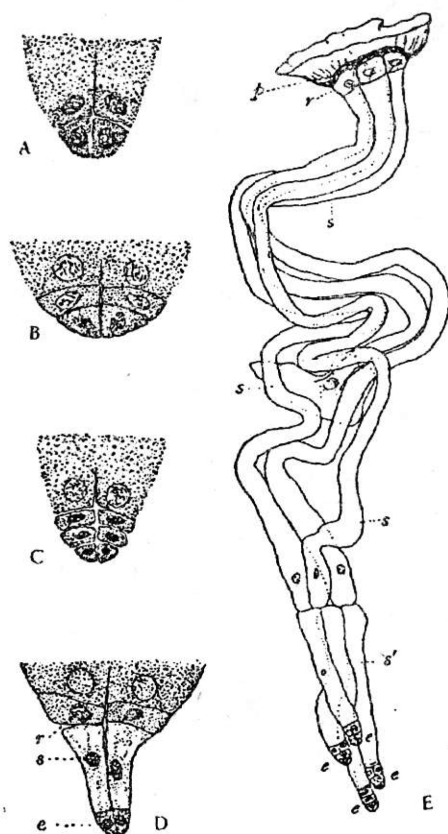


Fig. 4.8 — Formarea embrionului la pin: A–E - faze în dezvoltarea embrionului; r - rozetă; s - suspensor; s'- celule secundare ale suspensorului; e - embrion; p - placă bazală

c. **Transformări postfecundative.** Din zigot ia naștere *embrionul,* iar din ovul *sămânța.* Într-o primă fază, din diviziunile zigotului se formează patru etaje a câte patru celule suprapuse, dintre care etajul inferior, al *primordiilor embrionare,* va fi împins în endospermul primar (Fig. 4.8). Din cele patru primordii embrionare vor rezulta patru embrioni (*poliembrionie vegetativă*),

dintre care va rămâne unul singur (la *Abies, Picea, Larix, Pseudotsuga* se formează de la început numai un singur embrion).

În timpul formării embrionului, ovulul se transformă în sămânță. Aceasta este alcătuită (Fig. 4.9) dintr-un tegument și țesut nutritiv (endospermul primar), în care este înglobat embrionul. Embrionul este format dintr-o rădăciniță, o tulpiniță și mai multe cotiledoane, cu un muguraș așezat între acestea (la *Cycadales* embrionul are 1-2 cotiledoane, la *Gnetales* și *Taxus* 2, iar la *Pinus sylvestris* până la 12).

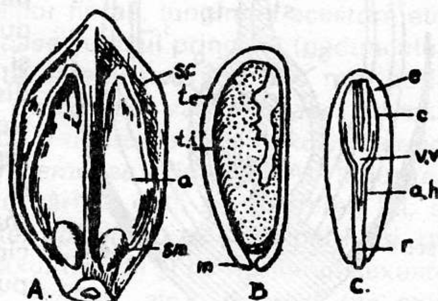


Fig. 4.9 — Sămânța la pin (Pinus sylvestris): A - solz carpelar cu semințe; B - sămânță (secț. long); C - embrion în sămânță (secț. long.); a - aripă; s.c - solz carpelar; s.m - sămânță; t.e și t.i - părți ale tegumentului; m - micropil; e - endosperm primar; a.h - ax hipocotil; c - cotiledoane; r - rădăciniță; v.v - vârf vegetativ

La pin, la sfârșitul celui de-al doilea an, solzii carpelari se lignifică și se îndepărtează unii față de alții, iar semnițele se despind de pe solzi, cu câte o mică aripioară, și sunt împrăștiate de vânt. Conurile pinului (și ale altor conifere cu solzi lignificați: molid, brad, larice etc. ori cărnoși: *Juniperus* etc.) sunt apreciate drept organe fructiforme. La *Taxus baccata* formațiunea cărnoasă (aril), roșie, care înveselește sămânța, provine din proliferări ale celulelor inferioare ale tegumentului seminal.

d **Alternarea de generații la gimnosperme.** Pinii, ca și celelalte gimnosperme, sunt haplodiplobionte, gametofitul mascul fiind reprezentat prin grăunciorii de polen (cu celula anteridială, celula vegetativă și celulele protaliene), iar cel femel prin macrospori și protal (endospermul primar) în care se găsesc arhegoanele. Generația asexuată, sporofitul este reprezentat prin planta însăși, care domină aproape întreg ciclul vital.

4.3.4. REPRODUCEREA LA ANGIOSPERME

Angiospermele sunt plantele cele mai evoluate, caracterizate în principal prin includerea ovulelor într-un înveliș ovarian și în consecință a semințelor într-un fruct care derivă din ovar (de la gr. *„aggeion"*=cavitate închisă și *„sperma"*=sămânță). Părțile reproducătoare sunt plasate într-o floare cu structură particulară.

Sporofitul este foarte dezvoltat, domină singur aproape întreg ciclul vital, reprezentat prin planta propriu-zisă, iar gametofitul, așa cum se va vedea, este și mai redus ca la gimnosperme.

A Organizarea și originea florii la angiosperme

O floare completă (Fig. 4.10) prezintă un *peduncul* pe a cărui extremitate (mai umflată), numită *axă florală* sau *receptacul,* se formează, prin activitatea unor meristeme, părțile reproducătoare (*staminele* și *carpelele*) și învelișurile florale (*sepalele* și *petalele*). Termenul de peduncul este folosit în general

pentru florile solitare, iar pentru cele din inflorescențe corespondentul pedunculului poartă denumirea de *pedicel floral.*

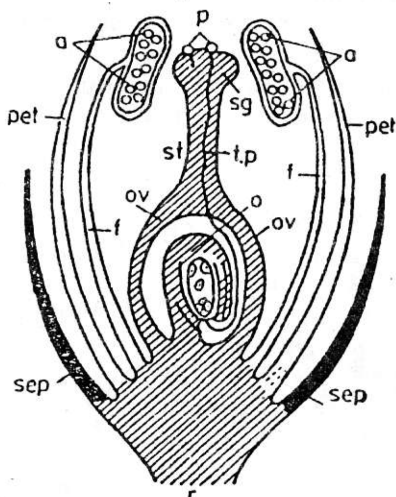


Fig. 4.10 — Organizarea florii la angiosperme (schemă): r - receptacul; sep - sepale; pet - petale; a - antere; f - filament; ov - ovar; o - ovul; st - stil; sg - stigmat; p - polen; t.p - tub polinic

Dispoziția părților florale este caracterstică pentru anumite grupe de plante. Din acest punct de vedere se cunosc trei tipuri de flori: *spirociclice* (toate părțile florale sunt dispuse pe receptacul după o linie spirală, ca la unele *Magnoliaceae* și *Ranunculaceae*), *hemiciclice* (prezintă o dispoziție în verticil pentru învelișurile florale și în spirală pentru părțile reproducătoare, ca la genul *Ranunculus*) și *ciclice* (părțile florale sunt așezate pe mai multe cercuri concentrice). Numărul ciclurilor într-o floare este divers, florile putând fi *monociclice* (la *Salix, Fraxinus*), *diciclice, triciclice* (la *Acer*), *tetraciclice* (la *Euonymus, Ligustrum* etc.), *pentaciclice* (la *Geranium*) etc. Numărul elementelor dintr-un ciclu este de asemenea variabil, de la două la numeroase, florile numindu-se *dimere, trimere, tetramere, pentamere ... polimere.*

Sub raport ontogenetic, părțile florale se diferențiază din primordiile unui mugure floral, apariția lor fiind de obicei acropetală. Mugurele floral își are originea într-un vârf meristematic vegetativ, care a suferit o reorganizare a diviziunilor celulare în direcția formării elementelor florale. Un rol important în aceste modificări revine meristemului de așteptare (vezi pag. 89), care în etapa florigenă, devine activ sub raport mitotic dând naștere unui *meristem sporogen* din care se vor diferenția elementele florale și respectiv unui *meristem receptacular* din care se va constitui *receptaculul* (axul floral).

După teoria foliară clasică (G o e t h e, 1790), floarea este o ramură scurtă cu frunze metamorfozate, adaptate în vederea înmulțirii. După datele mai noi, carpelele, staminele și chiar petalele ar proveni prin modificarea unor organe axiale (telomi), doar sepalele își au originea în frunze.

Este incontestabil faptul că floare angiospermelor a evoluat din aceea a gimnospermelor. Dintre ipotezele care încearcă să explice originea filogenetică a florii la angiospeme, două sunt mai importante: *teoria pseudantică* sau a *florii false* (W e t t s t e i n, 1903) potrivit căreia floarea angiospermelor provine dintr-o inflorescență a unor gimnosperme evoluate (*Gnetales*) prin simplificare; florile cele mai primitive ar fi acelea lipsite de învelișuri florale și unisexuate întâlnite la *Fagaceae, Juglandaceae* etc., iar floarea bisexuată, considerată mai evoluată, s-a născut prin contopirea unor flori unisexuate; *teoria euantică* sau a *florii adevărate* (B e s s e y, 1893, H a l l i e r, 1896) potrivit căreia floarea angiospermelor a luat naștere din

strobilul (conul) bisexuat (vezi Fig. 7.63) al unor gimnosperme primitive (*Bennettitales*), florile cele mai primitive fiind cele de la *Magnoliaceae* și *Ranunculaceae,* bisexuate, asemănătoare celor de la benettitalele fosile.

B. **Inflorescențe**

După modul lor de așezare pe tulpină, florile pot fi *solitare* sau grupate mai multe împreună, alcătuind *inflorescențe,* foarte diverse după tipul de ramificare, prezența sau absența pedicelilor florali, lungimea acestora etc. Inflorescențele *monopodiale* sau *racemoase* au axul principal (pedunculul) cu creștere continuă, teoretic nedefinită, lateral apărând axe mai puțin dezvoltate (pediceli) cu flori, iar cele *simpodiale* sau *cimoase* au axul principal cu creștere definită, terminat cu o floare, la fel cu axele laterale.

a. *Inflorescențe monopodiale sau racemoase* (Fig. 4.11 A). Înflorirea are loc succesiv de la baza axului spre vârf, o dată cu creșterea lui, și centripet. Din această categorie fac parte: *spicul* (cu ax principal lung, pe care sunt dispuse flori sesile; spicul cu axul flexibil și cu florile unisexuate se numește *ament* - la *Salix, Populus, Juglans* etc.); *racemul* (pe axul principal se dispun flori cu pediceli cam de aceeași lungime - la salcâm); *corimbul* (asemănător racemului, dar cu pedicelii florali inegali, astfel că florile ajung aproape la același nivel - la *Spiraea, Prunus mahaleb* etc.), *spadicele* (cu ax lung și gros, pe care sunt așezate numeroase flori

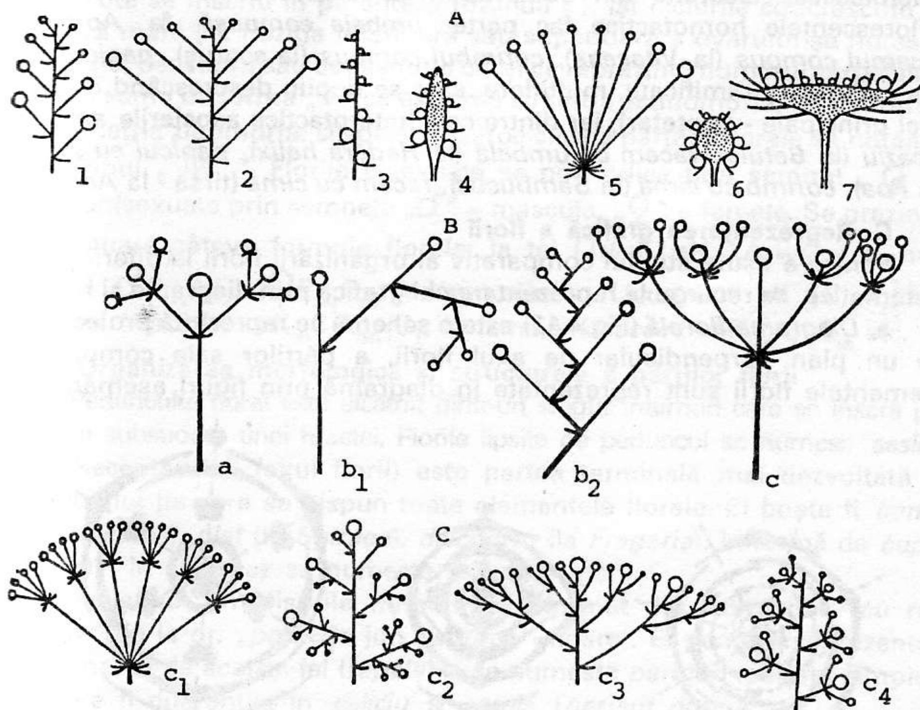


Fig. 4.11 — *Inflorescențe:* A - monopodiale (1 - racem; 2 - corimb; 3 - spic; 4 - spadice; 5 - umbelă; 6 - capitul; 7 - calatidiu); B - simpodiale (a - dicaziu; b_1 și b_2 - monocaziu; c - pleiocaziu); C - compuse (c_1 - umbelă compusă; c_2 - panicul; c_3 - corimb cu cimă; c_4 - racem cu cimă (tirsă))

unisexuate sesile, inflorescența fiind învelită de una sau mai multe frunze - la *Arum, Zea* etc.), *umbela* (un fel de racem condensat, astfel că aparent pedicelii, ale căror bractee formează un verticil-involucru-, pleacă de la același nivel - la *Allium ursinum* etc.), *capitulul* (cu ax principal scurt și gros, pe care se dispun numeroase flori sesile sau scurt pedicelate - la *Trifolium), calatidiul* (cu ax principal scurt și lățit ca un disc, pe care sunt așezate numeroase flori sesile - la *Taraxacum* etc.).

b. *Inflorescențe simpodiale* sau *cimoase* (Fig. 4.11 B). Apariția florilor are loc succesiv, de la vârf spre bază, și centrifug. Din această categorie fac parte: *monocaziul* sau *cima unipară* (cu ax principal terminat cu o floare; lateral, de la primul nod, pornește o ramură încheiată de asemenea cu o floare, ramificarea continuându-se la fel); *dicaziul* sau *cima bipară* (cu ax principal terminat cu o floare sub care, de la primul nod, pornesc două ramuri opuse, încheiate de asemenea cu câte o floare, ramificarea continuând în același mod - la *Cerastium, Stellaria* etc.), *pleiocaziul* (cu ax principal ce prezintă sub floarea terminală mai multe axe florifere dispuse în verticil, care se pot ramifica în același fel - la *Euphorbia*).

Grupările de flori descrise reprezintă *inflorescențe simple.* Acestea pot fi asociate la unele plante, constituindu-se *inflorescențe compuse* (Fig. 4.11 C) care pot fi *homotactice,* alcătuite din inflorescențe simple de același fel, sau *heterotactice,* alcătuite din două tipuri de inflorescențe simple. Dintre inflorescențele homotactice fac parte *umbela compusă* (la *Apiaceae*), *racemul compus* (la *Vitaceae*), *corimbul compus* (la scoruș), *paniculul* (cu axe secundare ramificate, multiflore, care se depun descrescând în lungul axei principale - la oțetar), iar dintre cele heterotactice asocierile *ament cu dicaziu* (la *Betula*), *racem cu umbelă* (la *Hedera helix*), *panicul cu spiculeț* (la *Poa*), *corimb cu cimă* (la *Sambucus*), *racem cu cimă* (tirsă - la *Aesculus*).

C. Reprezentarea grafică a florii

Pentru a ușura studiul comparativ al organizării florii la diferite grupe sistematice, se recurge la reprezentarea ei grafică prin diagrame și formule.

a. *Diagrama florală* (Fig.4.12) este o schemă ce reprezintă proiecția față de un plan perpendicular pe axul florii, a părților sale componente. Elementele florii sunt reprezentate în diagramă prin figuri asemănătoare

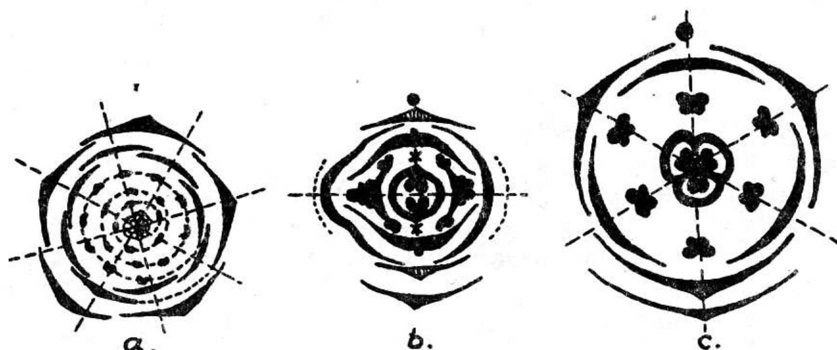


Fig. 4.12 — Diagrame florale: a - la *Ranunculaceae;* b - la *Fumariaceae;* c - la *Liliaceae*

formei lor în secțiune transversală. La figurarea unei diagrame florale se are în vedere simetria florii, precum și dispoziția și numărul părților florale etc. Florile pot fi *actinomorfe* (prezintă mai multe planuri de simetrie), *zigomorfe (monosimetrice)* (cu un singur plan de simetrie) și asimetrice (fără simetrie).

Dacă părțile florale sunt dispuse ciclic, se figurează atâtea cercuri câte cicluri are floarea, iar dacă dispoziția este spirociclică se trasează o spirală. Pe cercurile concentrice sau pe linia spirală se schițează toate părțile florale, începând din exterior, cu sepalele, și continuând cu celelalte părți spre interior. Axul inflorescenței se figurează printr-un cerculeț deasupra diagramei, iar bracteea (hipsofila) sub diagramă. Părțile florale rudimentare se figurează prin puncte, iar cele dispărute prin semnul x. Concreșterea se reprezintă prin linii de legătură între elementele aceluiași ciclu sau între elementele a două cicluri apropiate.

b. *Formula florală* redă organizarea unei flori prin cifre, litere și semne convenționale. Prin litere se notează părțile principale ale florii (K = caliciul, C = corola, P = perigon, A = androceul, G = gineceul), iar prin cifre numărul elementelor dintr-un ciclu. Când numărul părților dintr-un ciclu este nedeterminat, se folosește semnul „∞". Două cicluri de același fel se leagă între ele prin semnul „+", iar lipsa unui ciclu se notează cu „0". Elementele concrescute se înscriu în paranteză rotundă ( ), iar ciclurile concrescute în paranteză mare [ ]. Poziția inferioară sau superioară a ovarului se notează cu o liniuță, deasupra sau dedesubtul cifrei ce reprezintă numărul carpelelor. Printr-un semn de forma „*" se exprimă simetria actinomorfă, iar de forma „ ·|· "simetria zigomorfă. Dispoziția spirociclică a părților florale se notează prin semnul „ ⑥ ". Florile bisexuate se pot indica prin semnul „ ⚥ ", iar cele unisexuate prin semnele „♂" = mascule, „♀" = femele. Se prezintă în continuare câteva formule florale: la tei (*Tilia*) $*K_5C_5A_{5\infty}G_{\underline{(5)}}$; la nuc (*Juglans*) ♂$P_{2+2}A_{6-20}$; ♀$P_{2+2}G_{\overline{(2)}}$; la lemn câinesc (*Ligustrum*) $*K_{(4)}[\overline{C}_{(4)}A_2]G_{\underline{(2)}}$; la salcâm (*Robinia*) $\cdot|\cdot K_{(5)}C_5A_{(9)+1}G_{\underline{1}}$; la familia *Liliaceae* $*P_{3+3}A_{3+3}G_{\underline{(3)}}$ etc.

D. Organizarea morfologică și structurală a părților florii

1. Pedunculul floral este alcătuit dintr-un singur internod care se inseră pe tulpină la subsuoara unei bractei. Florile lipsite de peduncul se numesc *sesile*.

2. Receptaculul (axul florii) este partea terminală mai dezvoltată a pedunculului pe care se dispun toate elementele florale. El poate fi *conic* (la *Ranunculus*), *plat* (la *Spiraea*), *disciform* (la *Fragaria*), în formă de *cupă* (la *Rosa*) - în care caz se numește *hipanțiu* etc.

3. Periantul (învelișurile florale) este format din frunzișoare cu rol protector (de la gr. *„peri"*=în jur, *„anthos"*=floare). El poate fi reprezentat prin elemente de același fel (*tepale*) și se numește *perigon* (periant simplu) sau poate fi diferențiat în *caliciu* și *corolă* (*periant dublu*).

Perigonul cu tepalele asemănătoare sepalelor este numit *perigon sepaloid* (la *Luzula*), iar cel asemănător petalelor se numește *perigon petaloid* (de la *Convallaria, Galanthus* etc.). Tepalele pot fi libere sau

concrescute. La unele plante perigonul poate avea forma unor frunzișoare înguste și păroase sau a unor peri lungi și subțiri (la *Eriophorum*), iar la florile nude lipsește complet (*Salix, Fraxinus* etc.).

a. *Caliciul* (Fig. 4.13 A) este verticilul periferic, format din sepale, al periantului. La unele plante sepalele se reduc la niște perișori, dinți sau țepi, la altele pot fi viu colorate (*caliciu petaloid*). Sepalele pot fi libere între ele, alcătuind un *caliciu dialisepal,* sau concrescute, formând un *caliciu gamosepal.* Acesta din urmă poate fi *tubulos* (la *Dianthus*), *infundibuliform* (asemănător unei pâlnii - la *Primula*), *campanulat* (ca un clopoțel - la *Gentiana*), în formă de la ulcior (*urceolat*). Caliciul persistent care însoțește fructul până la maturitate, învelindu-l complet, se numește *acrescent* (la *Physalis*).

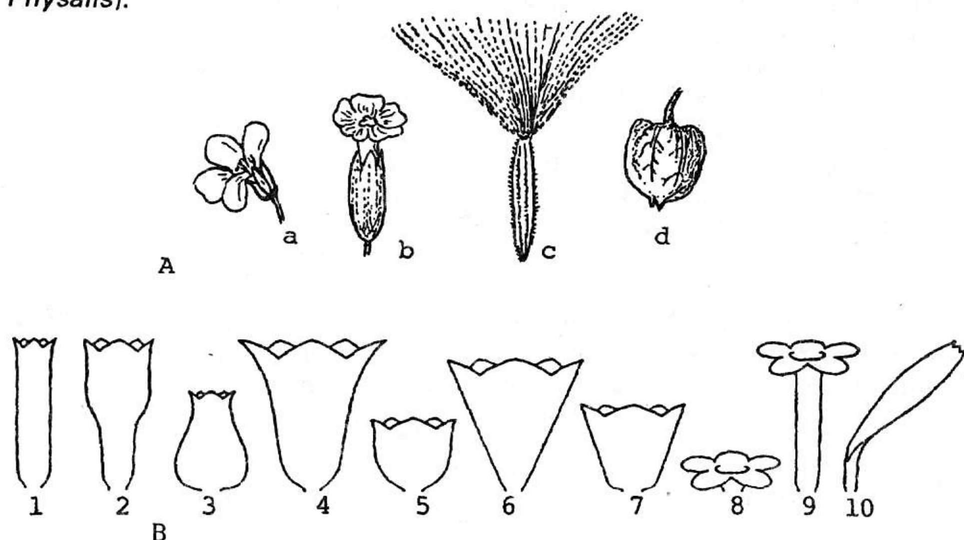


Fig. 4.13 — Învelișuri florale: A - *tipuri de caliciu* (a - dialisepal; b - gamosepal; c - caliciu din perișori; d - caliciu acrescent); B - *Tipuri de corolă gamopetală* (1,2 - tubuloasă; 3 - urceolată; 4,5 - campanulată; 6,7 - infundibuliformă; 8 - rotată; 9 - hipocrateriformă; 10 - ligulată)

b. *Corola* este al doilea verticil al periantului, situat spre interior, format din frunzișoare de obicei viu colorate numite *petale.* Partea îngustată a bazei unei petale poartă numele de *ungviculă.* Corola cu petale libere se numește *dialipetală,* iar cea cu petale concrescute, *gamopetală* (Fig. 4.13 B). Corola gamopetală poate fi *tubuloasă* (la *Primula* etc.), *campanulată* (la *Campanula*), *urceolată* (la *Vaccinium myrtillus*), *labiată* (la *Lamium* sp.), *rotată* (la *Sambucus*), *ligulată* (la *Taraxacum*), *hipocrateriformă* (tubuloasă cu limbul plan - la *Syringa*). Adesea unirea petalelor în corola gamopetală nu este completă, porțiunile terminale rămase neconcrescute fiind numite *lobi* sau *lacinii.* Florile lipsite de corolă se numesc *apetale.*

c. *Preflorația.* Sepalele și petalele se dispun în mugurele floral într-un anumit mod care poartă denumirea de *preflorație,* caracteristică pentru unele unități sistematice.

Dintre tipurile de prefloraţie mai frecvente sunt (Fig. 4.14): *valvată* - petalele în mugure nu se acoperă unele pe altele, aflându-se doar în atingere (la *Malva*); *alternă* - două petale externe acoperă două petale interne (la *Papaver*); *cochleară descendentă*, petala mediană superioară acoperă două petale laterale, care la rândul lor le acoperă pe cele două inferioare (la *Fabaceae*); *cochleară ascendentă* petala mediană superioară este acoperită de cele două petale laterale, care la rândul lor sunt acoperite de petalele inferioare (la *Cesalpiniaceae*); *contortă* (răsucită), fiecare din cele cinci petale acoperă parţial petala alăturată (la *Gentianaceae*) etc.

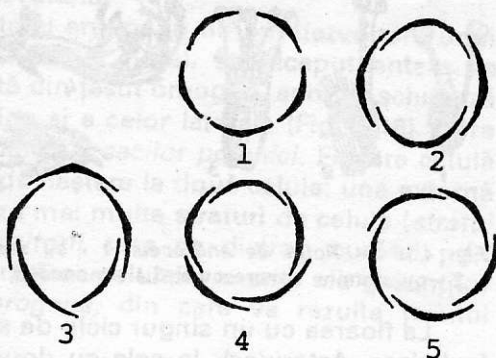


Fig. 4.14 — Tipuri de prefloraţie: 1 - valvată; 2 - alternantă; 3 - cochleară descendentă; 4 - cochleară ascendentă; 5 - contortă

4. **Părţile reproducătoare ale florii.** Părţile reproducătoare ale florii angiospermelor sunt *staminele* (microsporofilele) a căror totalitate formează *androceul* (de la gr. *„andros"*=bărbat) şi *carpelele* (macrosporofilele) ce alcătuiesc *gineceul (de la gr.* „gyne"=femeie).

a. *Repartiţia sexelor în floare. Tipuri de plante după sexualitate.* Florile care au atât androceu cât şi gineceu se numesc *bisexuate* sau *hermafrodite (Ulmus, Tilia* etc.), iar cele care conţin numai organele unui singur sex (stamine sau carpele) sunt *unisexuate* (*Quercus* etc.).

Plantele cu flori unisexuate pot fi *monoice,* cu flori mascule şi femele pe acelaşi exemplar (la *Fagus, Quercus* etc.), *dioice,* cu florile mascule şi femele pe exemplare diferite, existând indivizi masculi şi indivizi femeli (la *Populus, Salix* etc.), *trioice,* cu unii indivizi masculi, alţii femeli şi alţii cu flori bisexuate (la *Silene, Saponaria* etc.), *poligame,* la care se întâlnesc pe acelaşi individ flori mascule, flori femele şi bisexuate (la *Fraxinus, Acer* etc.).

b. *Androceul.* Este alcătuit din totalitatea staminelor, fiecare având *filament, conectiv* şi *anteră.*

Filamentele au formă cilindrică sau lăţită, sunt simple sau bifurcate (la *Corylus avellana*), obişnuit de aceeaşi lungime, mai rar de lungimi diferite când androceul se numeşte *didinam* (la *Lamiaceae* - două stamine sunt mai lungi) sau *tetradinam* (la *Cruciferae* - patru din cele şase stamine sunt mai lungi).

Conectivul este partea superioară a filamentului prin care acesta se prinde de anteră.

Antera alcătuieşte partea fertilă a staminei, formată mai adesea din două loji (*antera biloculară*), mai rar din una singură (*antera monoloculară*) sau din patru loji (*antera tetraloculară,* ca la *Viscum album*).

Staminele pot fi libere, androceul numindu-se *dialistemon* (Fig. 4.15) sau unite, androceul fiind *gamostemon*. Acesta din urmă poate fi *monadelf* (staminele formează un singur mănunchi - la *Sarothamnus scoparius*), *diadelf* (staminele sunt concrescute în două mănunchiuri la *Robinia pseudacacia*) sau *triadelf* (din trei mănunchiuri) etc. Staminele fără antere sunt sterile și se numesc *staminodii*.

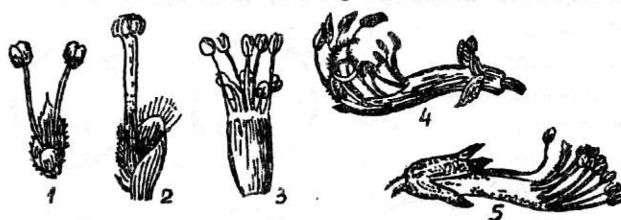


Fig. 4.15 — Tipuri de androceu: 1 - cu stamine libere; 2 - cu stamine concrescute; 3,4 - monadelf; 5 - diadelf

La floarea cu un singur ciclu de stamine androceul este *haplostemon* (subclasa *Asteridae*), la cele cu două cicluri de stamine androceul este *diplostemon*, ciclul extern fiind episepal, iar cel intern epipetal. Când poziția staminelor din cele două cicluri se inversează față de învelișurile florale, androceul devine *obdiplostemon*.

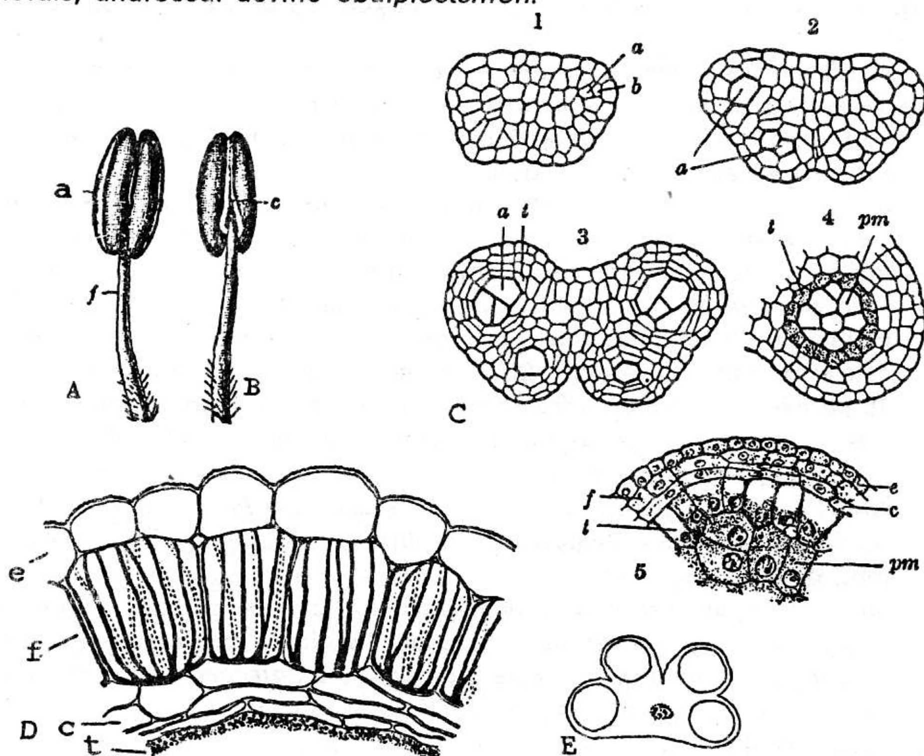


Fig. 4.16 — Organizarea și dezvoltarea staminei: A,B - stamină deplin formată văzută din față și din spate (f - filamet; c - conectiv; a - anteră); C - 1,2,3,4,5 - stadii în dezvoltarea anterei (a - inițială sporogenă, b - inițială parietală, t - strat tapet; pm - celule mamă ale grăunciorilor de polen; f - strat mecanic; c - strat tranzitoriu; e - epidermă); D - detaliu de structură a peretelui anterei mature; E - anteră cu patru saci polinici (secț. transv.)

b_1. *Dezvoltarea și structura staminei*. Filamentul staminei este asemănător structural cu pețiolul frunzelor, având numai un fascicul libero-lemnos cu partea liberiană slab dezvoltată.

Diferențierea filamentului și anterei are loc în timpul dezvoltării unui primordiu din conul de creștere al axului floral. La început antera se prezintă ca o mică umflătură alcătuită din țesut omogen, apoi se schițează forma ei prin apariția șanțului median și a celor laterale (Fig. 4.16). Spre muchiile anterei apar cele patru *inițiale ale sacilor polenici*. Fiecare celulă inițială printr-o diviziune periclinală dă naștere la două celule: una externă *parietală* din care ulterior se formează mai multe straturi de celule (*stratul mecanic, stratul* sau *straturile tranzitorii* care se distrug curând prin gelificare și *stratul tapet* cu rol în hrănirea celulelor mame ale grăunților de polen) și o celulă internă *sporogenă*, din care va rezulta țesutul sporogen (*arhesporiu*).

O anteră tânără prezintă la exterior o epidermă unistratată. Sub epidermă se găsește un țesut parenchimatic (conectivul), în care este înglobat un fascicul libero-lemnos. De o parte și de alta a conectivului se află cele două loji cu câte doi saci polinici, ai căror pereți prezintă mai multe straturi de celule (mecanic, tranzitoriu și tapet) circumpuse țesutului sporogen. Prin contractarea inegală a celulelor stratului mecanic, sacii polinici ai anterei mature se deschid, punând în libertate grăunții de polen. Alteori deschiderea se face la vârful anterelor prin orificii (la *Vaccinium*), căpăcele ori valve (la *Berberis, Laurus* etc.).

b_2. *Microsporogeneza*. Așa cum s-a arătat, celula sporogenă, prin diviziuni repetate, dă naștere la un țesut sporogen alcătuit din celule diploide numite *celule mamă ale grăunților de polen* (microsporilor). Prin diviziune reducțională, fiecare celulă mamă formează câte patru grăunți de polen, care se individualizează sau rămân grupați (câte patru în *tetrade* - la *Ericaceae* - sau întreaga masă de polen a sacului polinic se aglutinează într-o *polinie* - la *Orchidaceae*). Un grăuncior de polen (Fig. 4.17) prezintă

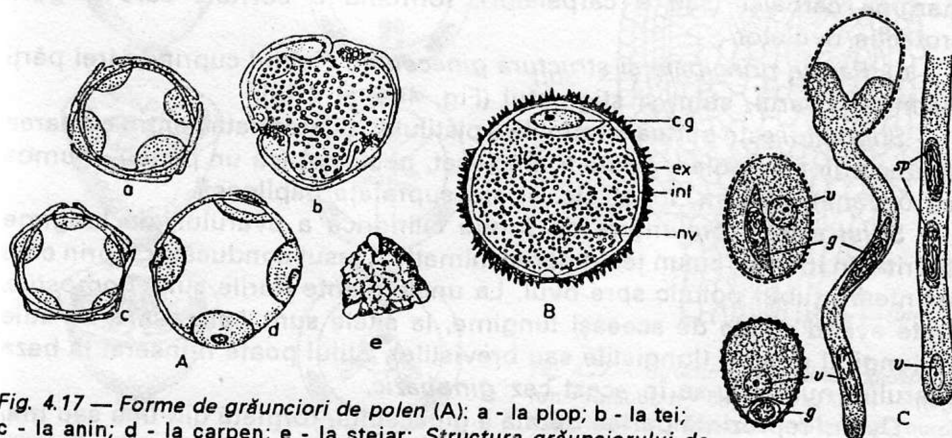


Fig. 4.17 — Forme de grăunciori de polen (A): a - la plop; b - la tei; c - la anin; d - la carpen; e - la stejar; *Structura grăunciorului de polen* (B): ex - exină; int - intină; nv - celulă vegetativă cu nucleu; cg - celulă generativă cu nucleu; *Dezvoltarea gametofitului la Lilium martagon* (C): g - nucleu generativ; v - nucleu vegetativ în grăuncior văzut în două planuri diferite și în tubul polinic; sp - spermatie

doi pereți: *intina*, de natură celulozică, bogată în substanțe pectice, și *exina*, îngroșată și cutinizată, prevăzută cu formațiuni sculpturale caracteristice pentru diferite specii. La interior se disting două celule inegale cu nuclei proprii, una mai mare, *celula vegetativă*, omoloagă cu protalul mascul și alta mai mică, *celula generativă*, omoloagă cu anteridiul. Astfel, gametofitul mascul, care începe prin formarea microsporilor, este reprezentat prin grăuntele de polen, cu celulele sale (celula vegetativă și celula generativă).

c. *Gineceul (pistilul)*. Reprezintă partea femeiască a florii, formată din una sau mai multe *carpele (macrosporofile)*, putând fi deci *unicarpelar, bicarpelar, tricarpelar,...pluricarpelar.*

La unele specii gineceul este *apocarp* (având carpelele libere - *Magnolia, Ranunculus* etc.), la altele (*Fagaceae* etc.) *sincarp (coenocarp)* (Fig. 4.18).

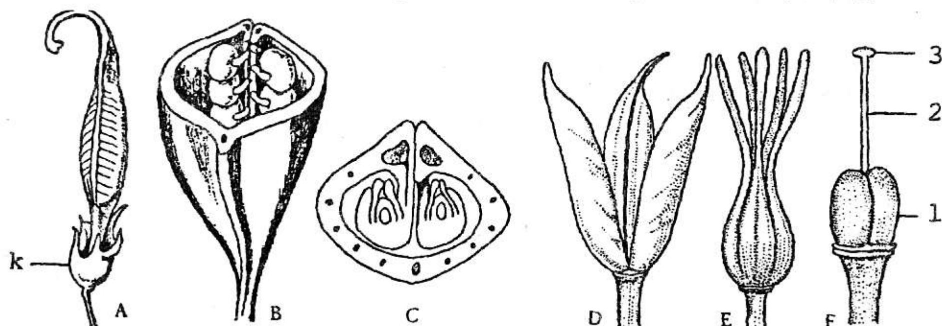


Fig. 4.18 — Organizarea gineceului: A,B,C - Structura unui gineceu unicarpelar; D,E,F - concreșterea progresivă a carpelelor la diferite specii (D - gineceu apocarp tricarpelar; E - gineceu pentacarpelar sincarp cu stile libere; F - gineceu bicarpelar sincarp); 1 - ovar; 2 - stil; 3 - stigmat; k - caliciu

În decursul evoluției, pistilul a luat naștere prin răsucirea și concreșterea marginii carpelei (sau a carpelelor), formând o cavitate care asigură protecția ovulelor.

c_1. *Părțile principale și structura gineceului.* Pistilul cuprinde trei părți distincte: ovarul, stilul și stigmatul (Fig. 4.18 și 4.19).

Stigmatul este partea terminală a pistilului, diferențiată pentru captarea grăunciorilor de polen; poate fi măciucat, penicelat (ca un penel), plumos (ca o pană), filiform, lobat etc. și are suprafața papiloasă.

Stilul este o prelungire de formă cilindrică a ovarului, de lungime diferită, în interior cu un țesut parenchimatic („țesut conducător") prin care înaintează tubul polinic spre ovul. La unele plante florile sunt *homostile,* toate având stilele de aceeași lungime, la altele sunt *heterostile,* cu stile de lungimi diferite (longistile sau brevistile). Stilul poate fi inserat la baza ovarului, numindu-se în acest caz *ginobazic.*

Ovarul reprezintă partea bazală a gineceului, formată din una sau mai multe carpele, prevăzute cu o cavitate interioară (*cavitate ovariană*), uni- sau pluriloculară. Astfel, în raport cu numărul lojilor formate, ovarul poate fi *unilocular, bilocular, trilocular, tetralocular* etc. Ovarul plurilocular și

pluricarpelar numit *eusincarp* (Fig. 4.19) s-a format dintr-unul apocarp prin concreşterea carpelelor. Din acesta au evoluat *ovarul paracarp* (pluricarpelar cu carpelele concrescute numai prin marginile lor, fiind *unilocular*) şi *ovarul lisicarp* (pluricarpelar şi unilocular, prezentând în centru o coloană).

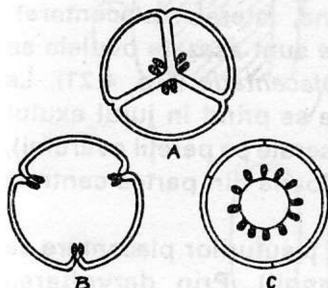


Fig. 4.19 — Tipuri de ovare sincarpe (secţ. transv.): A - eusincarp; B - paracarp; C - lisicarp

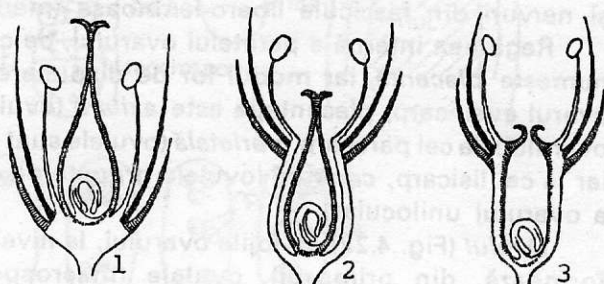


Fig. 4.20 — Poziţia ovarului în floare: 1 - ovar super (floare hipogină); 2 - ovar semiinfer (floare perigină); 3 - ovar infer (floare epigină)

Un caracter sistematic important îl prezintă poziţia ovarului faţă de celelalte părţi florale (Fig. 4.20): când ovarul este situat pe receptacul deasupra locului de inserţie a periantului (*ovar super*), floarea este *hipogină*, când este înglobat în receptacul, dedesubtul locului de inserţie a periantului

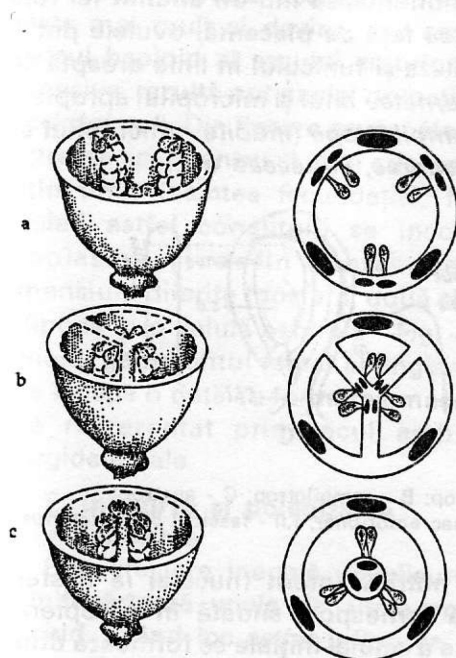


Fig. 4.21 — Tipuri de placentaţie: a - parietală; b - axilară; c - centrală

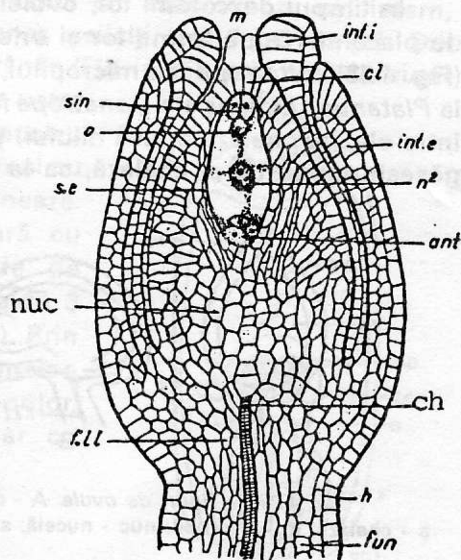


Fig. 4.22 — Structura ovulului la angiosperme: fun - funicul; h - hil; int. e şi int. i - integument extern şi integument intern; nuc - nucelă; cl - calotă; m - micropil; f.ll - fascicul libero-lemnos; ch - chalază; s.e - sac embrionar; sin - sinergide; ant - antipode; o - oosferă; n_2 - nucleul celulei centrale

(*ovar infer*), floarea este *epigină*. Un tip aparte îl reprezintă *ovarul semiinfer*, cu poziție intermediară, floarea numindu-se *periginǎ*. În ansamblu, carpelele constitutive ale ovarului au o structură asemănătoare unei frunze: prezintă cele două epiderme (externă și internă) un țesut parenchimatic cu cloroplaste și nervuri din fascicule libero-lemnoase (mediane, laterale, placentare).

Regiunea internă a peretelui ovarului, pe care sunt așezate ovulele se numește *placentă*, iar modul lor de dispunere *placentație* (Fig. 4.21). La ovarul eusincarp, placentația este *axilară* (ovulele se prind în jurul axului ovarului), la cel paracarp, *parietală* (ovulele sunt inserate pe pereții ovarului), iar la cel lisicarp, *centrală* (ovulele grupate pe coloana din partea centrală a ovarului unilocular).

Ovulul (Fig. 4.22). În lojile ovarului, la nivelul țesuturilor placentare se formează, din primordii, ovulele (macrosporangii). Prin dezvoltarea primordiului se constituie mai întâi un țesut nutritiv numit nucelă, în jurul căruia se diferențiază două *integumente* (intern și extern) care lasă la partea superioară un mic orificiu, *micropilul*. Mai târziu, apare la baza nucelei un piciorуș (*funicul*), al cărui loc de racordare la corpul ovulului se numește *hil*. Prin funicul pătrunde până în zona numită *chalază*, un fascicul libero-lemnos. În țesutul trofic intern (nucela) se formează *sacul embrionar*, care cuprinde *oosfera* cu două *sinergide*, 3 *antipode* și *celula centrală* („nucleu secundar").

În timpul dezvoltării lor, ovulele se orientează într-un anumit fel față de placentă. După forma lor și orientarea față de placentă, ovulele pot fi (Fig. 4.23): *ortotrope* (cu micropilul, chalaza și funiculul în linie dreaptă ca la *Platanus*, *Juglans* etc.), *anatrope (răsturnate* - hilul și micropilul apropiate între ele, iar chalaza opusă hilului) și *campilotrope (îndoite* - micropilul se găsește lângă hil și chalază, ca la *Cruciferae*, *Fabaceae* etc.).

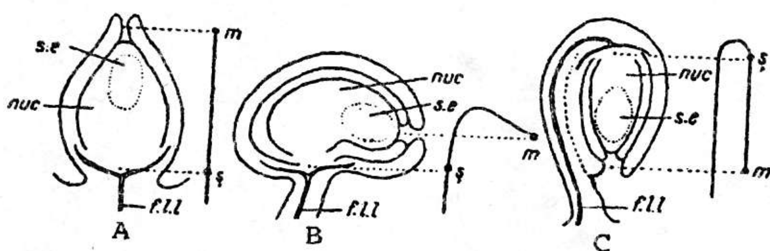


Fig. 4.23 — Tipuri de ovule: A - ortotrop; B - campilotrop; C - anatrop; ş - chalază; m - micropil; nuc - nucelă; s.e - sac embrionar; f.ll - fascicul libero-lemnos

c_2. *Macrosporogeneza*. În țesutul nutritiv intern (nucela) ia naștere sacul embrionar dintr-o celulă inițială (arhespor) situată în apropierea micropilului (Fig. 4.24). Printr-o diviziune a celulei inițiale se formează două celule, una *superioară*, din care prin câteva diviziuni succesive ia naștere *calota*, și una inferioară, celula mamă a *macrosporilor*. Aceasta se divide de două ori succesiv, prima diviziune fiind reducțională, și formează patru

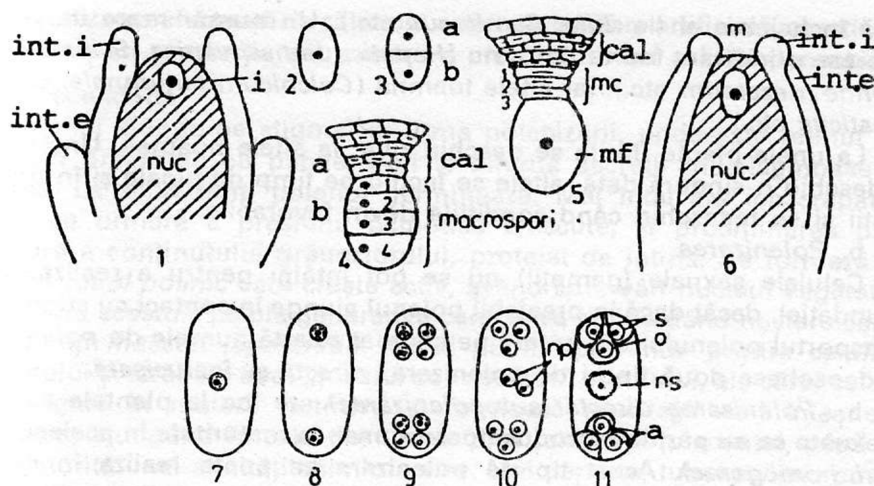


Fig. 4.24 — Formarea sacului embrionar: 1 - ovul tânăr; i - celulă inițială; 2 - celula inițială mărită; 3 - prima diviziune a inițialei; 4 - formarea calotei din celula *a* și a macrosporilor din celula *b*; 5 - un macrospor crește devenind sac embrionar; 6 - ovul cu macrosporul său fertil; 7–11 - dezvoltarea sacului embrionar (a gametofitului femel); s - sinergide; o - oosferă; np - nuclei polari; ns - nucleul celulei centrale; a - antipode; mf - macrospor fertil; int. e și int. i - integumente; cal - calotă; mc - macrospori sterili; m - micropil

macrospori haploizi așezați suprapus. Unul din macrospori, cel intern, crește mai mult și devine *sac embrionar,* ceilalți trei degenerează. Din nucleul haploid al sacului embrionar tânăr (Fig. 4.25), prin trei diviziuni succesive, rezultă opt nuclei grupați câte patru la cei doi poli. Din fiecare grup, câte un nucleu migrează spre centru și, mai adesea numai cu puțin timp înaintea fecundației, fuzionează. Nucleii astfel constituiți se înconjoară cu citoplasmă și devin șapte energide de dimensiuni diferite (oosfera, două sinergide, 3 antipode și o celulă centrală - Fig. 4.25). Prin urmare, gametofitul femel al angiospermelor, care începe o dată cu formarea macrosporilor, este reprezentat prin sacul embrionar cu energidele sale.

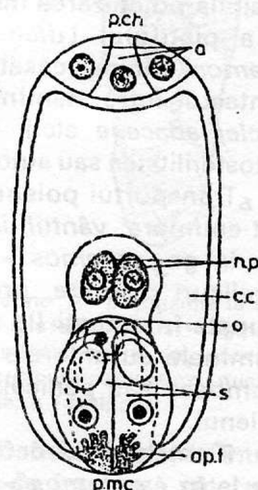


Fig. 4.25 — Structura gametofitului femel: p.ch - pol chalazal; a - antipode; n.p - nuclei polari; c.c - celulă centrală; ap. f - aparat filiform; p.mc - pol micropilar; o - oosferă; s - sinergide

E. **Înflorirea și polenizarea**

a. *Înflorirea*

Prin creștere inegală, învelișurile florale se îndepărtează unele de altele, mugurii se deschid, având loc astfel înflorirea. Cele mai multe plante înfloresc primăvara, înaintea înfrunzirii (*Salix, Cornus, Ulmus* etc.), simultan cu aceasta (*Quercus, Fagus, Robinia* etc.) sau

după încheierea ei (la *Tilia, Sambucus* etc.). Un număr mare de plante înfloresc primăvara foarte timpuriu (*Hepatica transsilvanica, Scilla bifolia, Daphne mezereum* etc.), iar altele toamna (*Colchicum autumnale, Crocus banaticus* etc.).

La unele plante florile se deschid ziua, la altele noaptea. Unele flori se deschid o singură dată, altele se închid pe timp de ploaie și în timpul nopții și se redeschid când condițiile devin favorabile.

b. *Polenizarea*

Celulele sexuale (gameții) nu se pot întâlni pentru a realiza actul fecundației, decât dacă în prealabil polenul ajunge în contact cu stigmatul. Transportul polenului din anteră pe stigmat poartă numele de *polenizare*. Se deosebesc două tipuri de polenizare: *directă* și *încrucișată*.

b_1. *Polenizarea directă (autopolenizarea)* are loc la plantele cu flori bisexuate ce au părțile reproducătoare ajunse la maturitate în același timp *(flori homogame)*. Acest tip de polenizare se poate realiza în cadrul aceleiași flori, cu propriul ei polen (*autogamie*), sau cu polenul altei flori de pe același individ (*geitenogamie*).

Pentru realizarea autopolenizării, florile bisexuate au anumite adaptări: anterele se află în vecinătatea stigmatelor; polenul este greu și cade pe stigmat; staminele (la *Berberis*) au la bază un țesut senzitiv care la atingere (de trompa unei insecte) determină curbarea filamentelor, iar antera atinge stigmatul; florile (la *Viola*) nu se deschid în timpul înfloririi (*flori cleistogame*) etc.

b_2. *Polenizarea încrucișată (indirectă, alogamă)* are loc cu polen străin (*xenogamie - de la gr. „xenos"*=străin, *„gamos"*=unire), provenit de pe un alt individ. La plantele cu flori bisexuate există adaptări speciale care fac posibilă polenizarea încrucișată:nesincronism între maturitatea staminelor și a pistilului (*dichogamie* - de la gr. *„dicha"*=separat în două, *„gamos"*=unire, căsătorie), existența unor dispozitive care împiedică contactul între stamine și stigmat (*plante hercogame* - la *Orchidaceae, Asclepiadaceae* etc.), heterostilia unor plante (*Primula, Pulmonaria*) și autosterilitatea sau auto-incompatibilitatea genetică (la *Malus, Pyrus, Secale*).

Transportul polenului poate fi făcut de diverși agenți, printre care se pot enumera: *vântul, insectele, păsările, apa, omul*. La plantele *anemofile* (de la gr. *„anemos"*=vânt, *„philos"*=amic, iubit) florile sunt mici, fără învelișuri colorate, produc mari cantități de polen și mai adesea sunt grupate în amenți (la *Fagaceae, Betulaceae*) sau în spice (la *Gramineae*), staminele au anterele oscilante, ieșite în afara florii, iar stigmatele sunt plumoase sau penicelate, cu suprafața lipicioasă, de care se prinde ușor polenul.

Plantele ale căror flori se polenizează prin insecte sunt numite *entomofile* (de la gr. *„entomos"*=insectă, *„philos"*=prieten). Florile lor sunt mari, viu colorate, cu formațiuni secretoare (nectarine, peri, papile) de substanțe care atrag insectele, iar polenul este aderent de corpul insectelor și de stigmat.

Există plante, mai ales tropicale, la care polenizarea se face prin păsări (*plante ornitofile*), iar la speciile care trăiesc în mediul acvatic, aceasta se realizează adesea cu ajutorul apei (*plante hidrofile*) etc.

Polenizarea efectuată de către om este o polenizare artificială, practicată pentru a spori producția sau pentru a crea hibrizi cu calități deosebite.

F. Fecundația

Polenul ajunge pe stigmat în urma polenizării, unde este reținut pe suprafața prevăzută cu papile, peri și diferite secreții mucilaginoase și cleioase. La scurt timp polenul germinează. Mai întâi are loc crăparea exinei, ca urmare a presiunii osmotice crescute, și proeminarea prin crăpătură a conținutului grăunciorului, protejat de intină. Se formeză în acest fel *tubul polinic* care crește activ, având spre vârf nucleul vegetativ, iar în urma acestuia celula generativă care se va divide dând naștere celor doi *gameți masculi (spermatii)*. Tubul polinic pătrunde printre celulele stigmatului și străbate apoi „țesutul conducător" al stilului, ale cărui celule sunt bogate în materii nutritive și formează mucilagii ce-i înlesnesc înaintarea, ajungând în cele din urmă, prin țesuturile placentei, până la ovul, datorită unei afinități chimiotactice. Mai departe, tubul polinic poate pătrunde în ovul prin micropil (Fig. 4.26) - fenomen numit *porogamie*, prin *chalază* (la *Betula, Carpinus, Corylus, Juglans*) - fenomen numit *chalazogamie* sau, ca la *Ulmus laevis*, prin integumente (*mezogamie*). Ajuns la sacul embrionar, tubul polinic pătrunde mai întâi în *aparatul filiform* - mică expansiune digitiformă provenită din peretele (Fig. 4.25) unei sinergide, apoi se oprește din creștere și își mărește presiunea internă, ceea ce determină descărcarea conținutului său printr-un por subterminal. Spermatiile sunt purtate spre regiunea unde sinergidele, oosfera și celula centrală vin în contact.

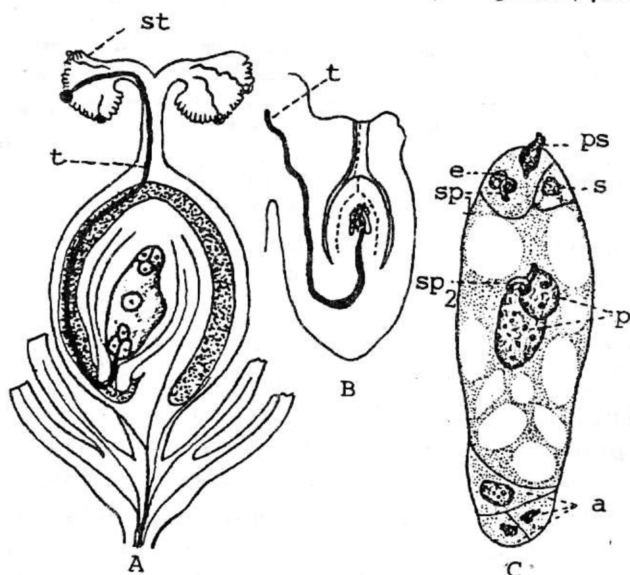


Fig. 4.26 — Fecundația la angiosperme: A - porogamie la un ovul anatrop; B - chalazogamie; C - dubla fecundație; st - stigmat; t - tub polinic; ps - rest de tub polinic; sp_1 și sp_2 - nuclei spermatici; e - nucleul oosferei; s - nucleul sinergidei; p - nuclei polari ai celulei centrale; a - antipode

Între membrana plasmatică a unei spermatii și cea a oosferei, respectiv între a celeilalte spermatii și a celulei centrale, prin unire, se formează câte un „pod". Prin aceste poduri citoplasmatice, nucleii spermatici ajung: unul la oosferă cu al cărei nucleu fuzionează formând *zigotul principal diploid*, iar celălalt la nucleul (doi nuclei polari, dacă n-au fuzionat anterior) celulei centrale, cu care se contopește dând naștere *zigotului accesoriu triploid*. Este vorba deci despre o *fecundație dublă*, caracteristică tuturor angiospermelor.

G. **Transformări postfecundative**

La un anumit interval după fecundaţie, din zigotul principal ia naştere prin diviziuni *embrionul*, iar din cel accesoriu *albumenul (endospermul secundar)*. În acelaşi timp, în urma unor modificări profunde, ovulul se transformă în *sămânţă*, iar ovarul în *fruct*.

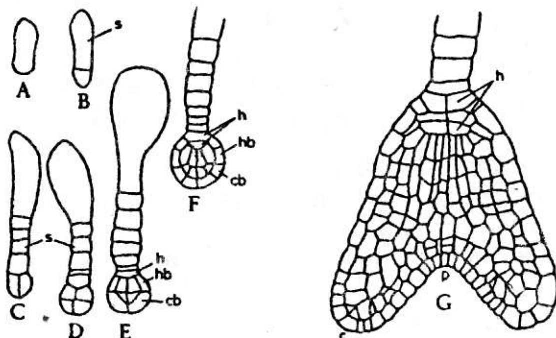


Fig. 4.27 — Un caz de formare a embrionului: s - suspensor; h - hipofiză; hb - zona hipocotilului; cb - zona cotiledoanelor; c - cotiledon; p - meristemul apical al tulpinii; A–G - faze în dezvoltarea embrionului (A - zigot)

a. *Formarea embrionului*

Un tip destul de răspândit de formare a embrionului este cel *onagrad* (cruciferad). În acest caz, zigotul principal, după o scurtă perioadă de repaus, interval în care se formează endospermul secundar, se divide în două celule suprapuse. Din celula dinspre micropil (*celula apicală*) ia naştere prin multiplicare radicula embrionului şi suspensorul care împinge celula internă (*bazală*) în albumenul ce se formează. Celula bazală se divide după mai multe planuri şi în cele din urmă, trecând prin mai multe etape (*cvadrant, octant, diferenţierea unor meristeme*), ia naştere embrionul la care se disting părţile sale principale (radicula, tulpiniţa, cotiledoanele şi muguraşul) (Fig. 4.27).

La cele mai multe plante, embrionul ia naştere din zigotul provenit din unirea gameţilor de sexe diferite (*amfimixie*) (de la gr. *„amphi"*=ambii şi *„myxis"*=amestec), dar există şi cazuri de degradare a sexualităţii, când embrionul se formează fără fecundaţie, fenomen numit *apomixie* (de la gr. *„apo"*=fără, *„myxis"*=amestec). În cadrul acesteia se deosebesc: *partenogeneza* (embrionul provine din oosfera nefecundată), *apogamia* (embrionul ia naştere din sinergide sau antipode) şi *aposporia* (embrionul rezultă din celule ale nucelei sau ale integumentului). Uneori într-o sămânţă se pot forma mai mulţi embrioni (*embrioni supranumerari, suplimentari*), fie din celula proembrionului prin diviziune (*embrioni de gamet*), fie din sinergide, antipode sau celule ale nucelei (*embrioni de metarmofoză*).

b. *Formarea endospermului secundar*

Zigotul accesoriu, foarte curând după formarea sa, se divide repetat, dând naştere unui număr mare de celule (Fig. 4.28), care ocupă în cele din urmă întregul spaţiu al sacului embrionar. Pereţii despărţitori celulari pot lua naştere imediat după diviziunea fiecărui nucleu (*albumen de tip celular*) sau numai după ce se încheie procesul de diviziune nucleară, începând de la periferia sacului embrionar spre interiorul său (*albumen de tip nuclear*). La unele plante (*Rosaceae*), se formează un *tip intermediar*, primitiv, de endosperm, prin împărţirea de la început a sacului embrionar

în două părți inegale. În partea superioară ia naștere embrionul și endospermul secundar, iar în partea de jos se constituie un haustoriu, prin care sunt preluate substanțele nutritive din nucelă.

Endospermul secundar se dezvoltă foarte mult pe seama nucelei pe care de regulă o va înlocui.

c. *Sămânța*

Sămânța, provenită din ovul, este constituită din *tegument*, *embrion* și *rezerve nutritive* (endosperm secundar). Suprafața tegumentului poate fi netedă sau prevăzută cu asperități. La unele plante tegumentul este lățit sub forma unor aripioare, la altele prezintă peri etc. Pe tegument rămâne distinct hilul și un por mic ce-și are originea în micropil. Pe învelișul seminal al unor specii (cele cu ovul anatrop), între hil și chalază, se poate forma o proeminență numită *rafeu*. La unele semințe sunt generate anexe cărnoase (Fig. 4.29): *arilul* care se dezvoltă din regiunea hilului, *arilodul* care își are originea în celulele din jurul micropilului învelind întreaga sământă (la *Euonymus*), *caruncului*, cu aceeași origine cu arilodul, dar care rămâne numai în regiunea micropilului obturându-l (la *Euphorbiaceae*), *strofiola* care este o expansiune a rafeului (la semințele unor leguminoase).

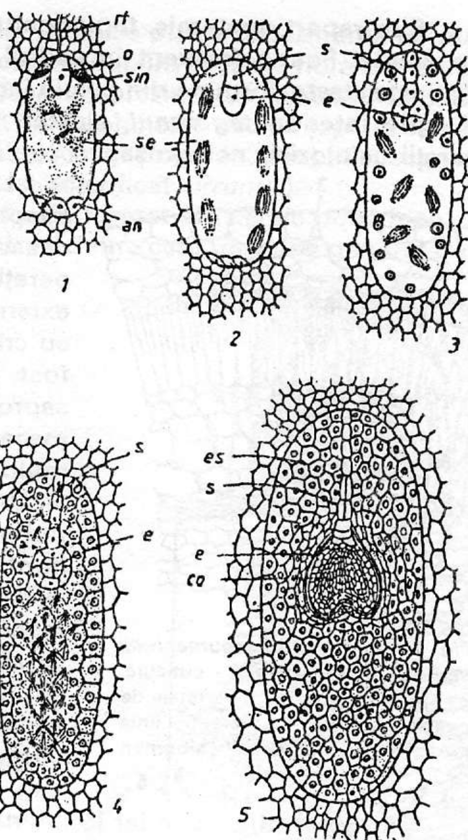


Fig. 4.28 — Formarea endospermului și a embrionului: 1-5 faze succesive în formarea endospermului și a embrionului; rt - rest de tub polinic; o - oosferă; sin - sinergide; an - antipode; e - embrion; es - endosperm; s - suspensor; co - cotiledoane; se - sac embrionar

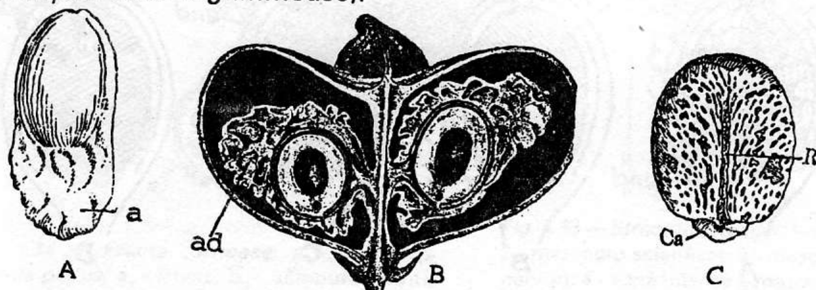


Fig. 4.29 — Anexele tegumentului seminal: A - aril (a) la *Caltha;* B - arilod (ad) la *Euonymus* (secțiune prin fruct evidențiind două semințe cu arilod); C - caruncul (Ca) și rafeu (R) la ricin

Sub raport anatomic, tegumentul este alcătuit din mai multe straturi de celule. Foarte frecvent în cadrul acestuia se diferențiază două zone distincte: *testa*, formată din celule îngroșate și lignificate (macrosclereide) și, spre interior, *tegmenul*, alcătuit din mai multe straturi de celule cu pereții celulozici, neîngroșați.

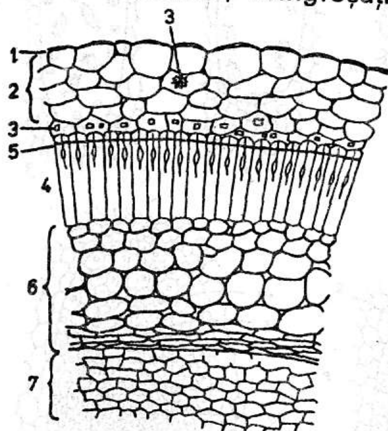


Fig. 4.30 — Structura tegumentului seminal la tei pucios: 1 - cuticulă; 2 - straturi periferice; 3 - cristale de oxalat de calciu; 4 - testa; 5 - linia luminoasă; 6 - tegmen; 7 - albumen (original)

La semințele de tei (Fig. 4.30), legat de adaptările pentru germinație, se formează deasupra testei 4-6 straturi de celule cu pereții subțiri, celulozici, cei ai stratului extern cutinizați. Sunt celule moarte, adesea cu cristale din oxalat de calciu, în care au fost puse în evidență hife de ciuperci saprofite, cu rol în dezorganizarea stratului mecanic. Acesta din urmă, numit și strat malpighian, corespunde testei și este alcătuit din celule alungite radiar, cu pereții puternic îngroșați, în cadrul cărora se conturează *linia luminoasă* (devenită evidentă prin orientarea transversală în zona respectivă a microfibrilelor). Mai la interior se află *tegmenul*, alcătuit din câteva (4-5) șiruri de celule izodiametrice, prevăzute cu spații intercelulare, urmate de alte câteva straturi de celule turtite care ajung în contact cu albumenul.

Endospermul secundar la diferite plante poate fi de natură amilacee, oleaginoasă, cornoasă, aleuronică etc. La unele plante lemnoase (stejar, nuc, fag, alun etc.), albumenul este consumat de embrion, substanțele de rezervă fiind depozitate în cotiledoane (*semințe exalbuminate*) (Fig. 4.31), la altele (*Euphorbiaceae*) rezervele rămân în afara embrionului (*semințe albuminate*) (Fig. 4.31). La unele plante (*Nymphaeaceae* etc.), pe lângă albumen, semințele conțin și *perisperm* (resturi ale nucelei), iar la altele (*Canna indica*) există numai perisperm (Fig. 4.31).

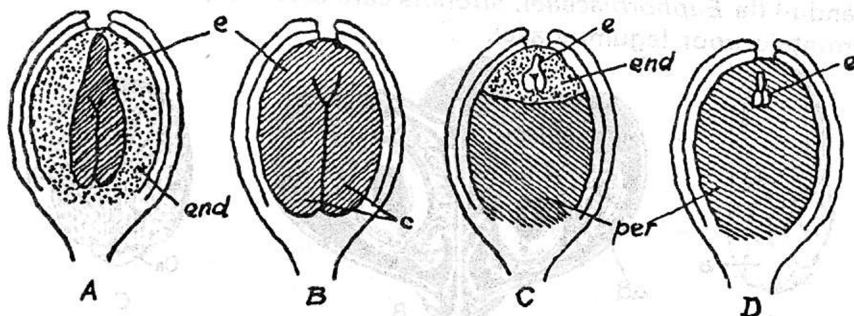


Fig. 4.31 — Tipuri de semințe: A - albuminată; B - exalbuminată; C - cu albumen și perisperm; D - cu perisperm; e - embrion; c - cotiledoane; end - endosperm; per - perisperm

d. *Fructul*

Fructul își are originea în ovar, dar la unele plante la formarea lui mai pot participa și alte părți ale florii: receptaculul, învelișurile florale și stilul. Învelișul care constituie fructul, *pericarpul,* prezintă un *epicarp* exterior, asemănător unei pielițe sau sclerificat (la alun), neted sau cu țepi (la castan porcesc) etc., un *mezocarp* cărnos sau uscat și bogat în țesuturi mecanice și un *endocarp* subțire sau îngroșat și sclerificat (*Prunus*).

La tei pucios (Fig. 4.32) epicarpul este format din celule poliedrice cu peretele exterior ușor bombat și cutinizat, dintre care unele au generat peri

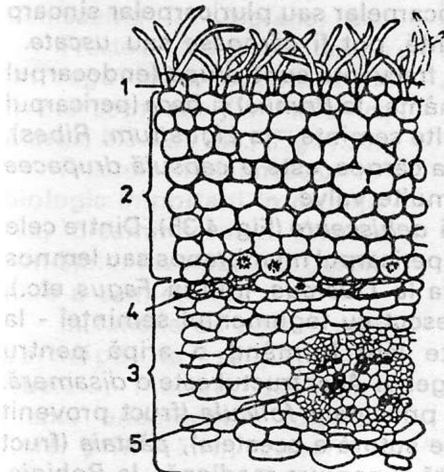


Fig. 4.32 — Structura pericarpului la tei pucios: 1 - epicarp; 2 - mezocarp extern colenchimatizat; 3 - mezocarp intern cu nervuri; 4 - brachisclereide; 5 - nervură (original)

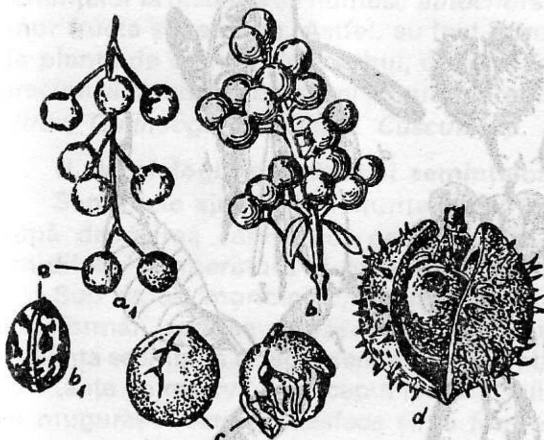


Fig. 4.34 — Fructe cărnoase: a - drupă (la *Prunus padus;* a_1 - fructe; b_1 - sâmbure mărit); b - bace (la *Ligustrum);* c - drupă dehiscentă (la *Juglans);* d - capsulă dehiscentă (la *Aesculus)*

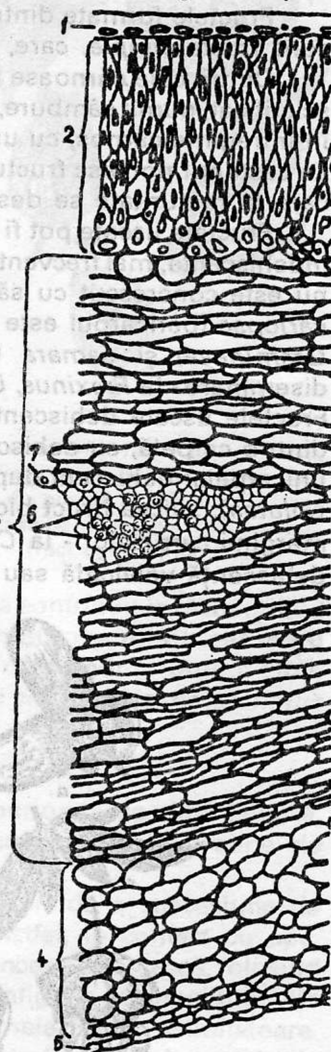


Fig. 4.33 — Structura ghindei: 1 - epicarp; 2 - mezocarp sclerificat; 3 - mezocarp cu nervuri; 4 - zonă internă a mezocarpului; 5 - endocarp; 6 - nervură; 7 - sclereide (original)

stelați, în întregime lignificați, întrețesuți într-o pâslă protectoare. Mezocarpul este constituit la exterior din 7-8 straturi de celule ușor colenchimatizate, cu cloroplaste la fructul tânăr, iar la interior dintr-un țesut cu celule turtite tangențial, și cu pereții subțiri, străbătut de nervuri. În acest țesut intern s-au diferențiat celule sclerificate (brachisclereide). Endocarpul se dezorganizează de timpuriu, ca de altfel și septele ovarului eusincarp care au delimitat lojele.

La stejar (Fig. 4.33), mezocarpul ghindei are o hipodermă sclerificată, iar straturile interne se mențin la maturitatea fructului.

Fructele formate dintr-un ovar monocarpelar sau pluricarpelar sincarp sunt *fructe simple,* care, după consistență, pot fi *cărnoase* sau *uscate.*

Dintre cele cărnoase (Fig. 4.34), mai frecvente sunt *drupa* (endocarpul sclerificat, numit sâmbure, protejează sămânța - la *Prunus*) și *baca* (pericarpul în întregime cărnos, cu una sau mai multe semințe - la *Ligustrum, Ribes*). La castanul porcesc fructul, de asemenea cărnos, este o *capsulă drupacee* care la maturitate se deschide în mai multe valve.

Fructele uscate pot fi *indehiscente* și *dehiscente* (Fig. 4.35). Dintre cele indehiscente, mai frecvente sunt *achena* (pericarpul membranos sau lemnos nu este concrescut cu sămânța - ghinda la *Quercus,* jirul la *Fagus* etc.), *cariopsa* (pericarpul este subțire, concrescut cu tegumentul seminței - la *Gramineae*) și *samara* (pericarpul este lățit formând o aripă pentru diseminare - la *Fraxinus, Ulmus* etc.). La genul *Acer* fructul este o *disamară.* Fructele uscate dehiscente au ca tipuri principale *folicula* (fruct provenit dintr-o carpelă, cu dehiscența pe linia de sutură a acesteia), *păstaia* (fruct unicarpelar dehiscent după linia de sutură și nervura mediană - la *Robinia, Colutea*), *silicva* (fruct bicarpelar cu perete fals provenit din proliferări ale marginii carpelelor - la *Cruciferae*), *capsula* (fruct bi- sau pluricarpelar, cu dehiscență valvicidă sau poricidă - la *Euonymus, Syringa*).

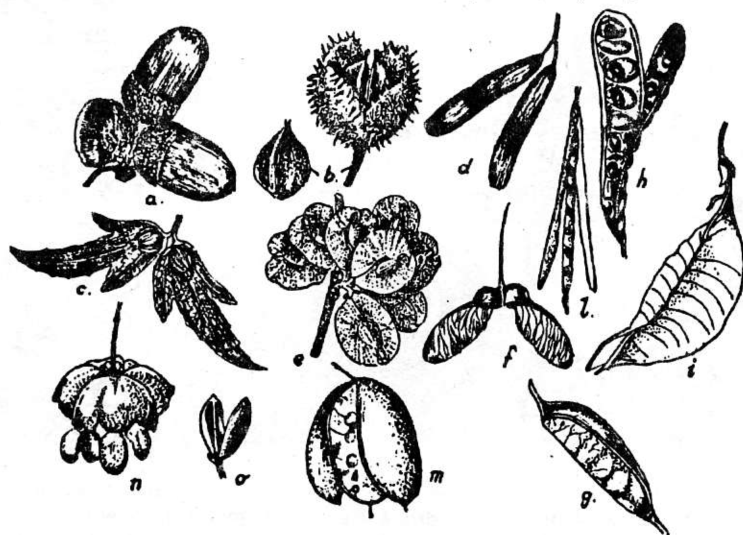


Fig. 4.35 — Fructe uscate: achenă (a - la *Quercus,* b - la *Fagus,* c - la *Carpinus);* samară (d - la *Fraxinus,* e - la *Ulmus);* f - disamară (la *Acer);* g - foliculă (la *Delphinium);* păstaie (h - la *Robinia,* i - la *Colutea);* l - silicvă (la *Arabis);* m - siliculă (la *Lunaria);* capsulă (n - la *Euonymus,* o - la *Syringa)*

Fructele provenite dintr-o floare cu ovar pluricarpelar apocarp sunt *fructe multiple: polifolicula* (la *Spiraea*), *poliachena* (la *Clematis*), *polidrupa* (la *Rubus*) etc. (Fig. 4.36).

Fructele la formarea cărora participă și alte părți florale (receptaculul, învelișul floral, stilul) sunt *fructe false* (Fig. 4.36). La acestea aparțin *poama*, caracteristică rozaceelor pomoidee, *măceașa* (la *Rosa*), *pseudodrupa* (la *Viburnum*), *pseudodrupa dehiscentă* (la *Juglans*) etc.

Fructele care provin dintr-o întreagă inflorescență sunt *fructe compuse* (la *Platanus, Morus, Maclura* etc.) (Fig. 4.36).

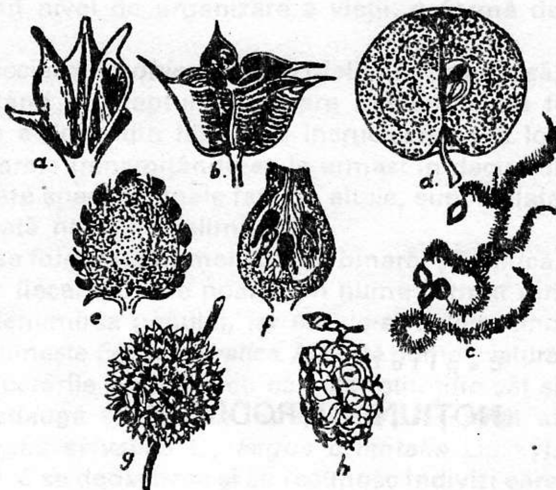


Fig. 4.36 — Fructe multiple, false și compuse: polifoliculă (a - la *Spiraea*, b - la *Helleborus*); c - poliachenă (la *Clematis*); d - poamă (la *Malus*); e - fragă (la *Fragaria*); f - măceașă (la *Rosa*); g - fruct compus (la *Platanus*) și h - fruct compus (la *Morus*)

Fructele îndeplinesc un rol biologic important în protejarea, diseminarea și crearea condițiilor favorabile de germinare a semințelor.

În funcție de agenții care participă la răspândirea fructelor mature, deosebim plante *anemochore* (diseminare prin vânt), *zoochore* (diseminare prin animale) și *hidrochore* (diseminare cu ajutorul apei). Plantele cu fructe adaptate pentru aruncarea semințelor la distanță se numesc *autochore*. Omul a contribuit la răspândirea unor fructe și semințe. Astfel, au fost introduse în Europa un număr mare de plante de cultură (porumbul, cartoful, alunele de pământ, tutunul etc.), precum și o serie de buruieni păgubitoare (*Erigeron canadensis, Amaranthus albus, Galinsoga parviflora, Cuscuta sp.* etc.).

H. **Morfologia germinației semințelor**

Semințele ajunse la maturitate trec printr-o perioadă de viață latentă, după depășirea căreia pot germina dacă găsesc condiții favorabile de umiditate, temperatură și oxigen.

Sub raport morfologic, germinația seminței cuprinde o succesiune de transformări care se desfășoară cu continuitate. Astfel, în contact cu apa, sămânța se îmbibă și tegumentul crapă. Embrionul începe să crească, folosind substanțe de rezervă. La început iese radicula și se înfige în sol, apoi tulpinița cu mugurașul care se desface și se formează primele frunze asimilatoare. Plantula astfel constituită trece de la nutriția heterotrofă (din substanțele de rezervă) la nutriția autotrofă. La unele plante (tei, fag etc.) în timpul germinației are loc o creștere a axului hipocotil, iar ca urmare cotiledoanele ies deasupra solului, înverzesc și servesc la fotosinteză o scurtă perioadă de timp (*germinație epigee*). La monocotiledonate și la unele dicotiledonate (stejar, nuc, castan sălbatic etc.) cotiledoanele rămân în sol (*germinație hipogee*).

Partea a II-a

SISTEMATICA PLANTELOR

Capitolul V

NOȚIUNI INTRODUCTIVE

Botanica sistematică sau taxonomia are ca preocupare delimitarea și descrierea speciilor de plante, pe baza asemănărilor și înrudirii dintre ele, precum și orânduirea lor într-un sistem natural, filogenetic. Ordinea naturală oglindește trecerea progresivă de la formele simple la cele complexe și descendența lor unele din altele.

Deși una din cele mai vechi ramuri ale biologiei, sistematica este mereu actuală prin problematică și orientare și prin reînnoirea permanentă a metodologiei de cercetare. În prezent se dezvoltă alături de fiziologie, biochimie, ecologie etc., având un aport deosebit în modernizarea și înnoirea concepțiilor biologice.

Sistematica evidențiază ordinea existentă în lumea plantelor, determină și delimitează precis speciile cu care se lucrează în alte domenii (fiziologie, genetică, ecologie etc.). Sistematicienii mai descoperă încă specii noi, pe care le descriu și le încadrează în sistemul natural de clasificare. În același timp, sistematica are meritul de a fi contribuit la impunerea în biologie a modului de gândire populaționist.

UNITĂȚI TAXONOMICE, NOMENCLATURĂ

Unitatea biologică și taxonomică fundamentală este *specia*, cu existență reală în natură, fiind rezultatul unui îndelungat proces de evoluție.

Specia este constituită dintr-o grupare de indivizi interfecunzi, asemănători prin caracterele morfologice și însușirile fiziologice, cu aceeași ereditate și mod de viață și cu arie geografică determinată.

Conținutul noțiunii de specie a variat în decursul timpului, concepțiile despre această unitate fundamentală evoluând paralel cu dezvoltarea biologiei.

Termenul de specie este folosit astăzi în trei sensuri diferite: *taxon, categorie* și *nivel de organizare* (B o t n a r i u c, 1974). Specia ca taxon este o unitate sistematică concretă, ocupând o anumită poziție în clasificarea ierarhică. Categoria de specie cuprinde toți taxonii de rangul speciei, fiind astfel o abstractizare a speciilor concrete. Sub raportul organizării materiei vii, specia reprezintă un anumit nivel de organizare a vieții, o formă de mișcare biologică.

Trăsăturile principale ale speciei sunt *obiectivitatea* (delimitarea precisă) și *constanța*, cea dintâi rezultând din faptul că fiecare individ poate fi atribuit unei specii, iar cea de a doua din faptul că încrucișarea are loc numai în cadrul speciei, caracterele transmițându-se la urmași în decursul mai multor generații. Prin urmare speciile, unele față de altele, sunt izolate reproductiv, fiind astfel asigurată neta lor delimitare.

Pentru denumirea speciei se folosește nomenclatura binară, științifică, introdusă de L i n n é (1753): fiecare specie poartă un nume format din doi termeni, primul indicând denumirea genului, iar cel de-al doilea fiind epitetul specific. Astfel, fagul se numește *Fagus sylvatica*. Această nomenclatură este general adoptată, atât în lucrările botanice cu caracter științific cât și aplicativ. Fiecărei specii i se adaugă și numele întreg sau prescurtat al autorului care a descris-o (*Fagus sylvatica* L., *Fagus orientalis* Lipsky).

În mod practic, în sistematică se deosebesc și se recunosc indivizi care aparțin uneia sau alteia dintre specii. Dar indivizii unei specii nu sunt perfect identici între ei, ci prezintă unele variații morfo-structurale, ceea ce a permis delimitarea unor unități intraspecifice: *subspecia* sau *rasa geografică* care include toate populațiile dintr-o anumită parte a arealului speciei, prezentând o serie de caractere distincte (după unii sistematicieni, subspecia este singura unitate intraspecifică cu valoare taxonomică), *varietatea* care se deosebește de specia ori subspecia tipică prin unele însușiri morfologice ca părozitate, forma frunzelor etc. (varietatea de cultură poartă numele de *„cultivar"*); *forma* este unitatea subordonată varietății deosebindu-se prin unele caractere de mai mică importanță.

Unitățile taxonomice superioare speciei se delimitează pe baza gradului de discontinuitate dintre grupele de taxoni (unități de clasificare) componente. *Genul* cuprinde specii înrudite (*Quercus robur, Q. petraea, Q. cerris* ș.a.). Genurile cu mai multe specii sunt *politipice* (genul *Quercus*), iar cele formate dintr-o singură specie sunt *monotipice* (genul *Ginkgo* cu specia *G. biloba*). *Familia* reunește mai multe genuri înrudite între ele (fam. *Fagaceae* cu genurile *Quercus, Fagus, Castanea*). Numele familiei ca și al celorlalte unități se exprimă în limba latină și se formează adăugând la rădăcina denumirii genului terminația - *aceae (Fagaceae)*. Familiile cu un singur gen sunt monotipice (fam. *Ginkgoaceae*). *Ordinul* grupează familii asemănătoare între ele (ord. *Fagales* este format din fam. *Fagaceae* și fam. *Betulaceae*). Numele ordinului poartă sufixul - *ales (Fag-ales)*. *Clasa* cuprinde unul sau mai multe ordine apropiate. Denumirea clasei prezintă terminația *-opsida, -atae, -phyceae* (la alge) și *-mycetes* (la ciuperci). *Încrengătura (filum)* reunește mai multe clase înrudite filogenetic. Denumirea încrengăturii poartă terminația - *phyta* (de exemplu *Chlorophyta* - alge verzi).

CLASIFICAREA PLANTELOR

Una dintre sarcinile principale ale taxonomiei este clasificarea (gruparea) speciilor în taxoni superiori de diverse grade, într-un sistem cuprinzător, pe baza înrudirii reale dintre plante și a legăturilor lor filogenetice.

În decursul timpului, s-au elaborat numeroase sisteme de clasificare a regnului vegetal. La început au fost luate în considerare un număr redus de caractere morfologice, realizându-se *sisteme artificiale de clasificare.* Cel mai important sistem artificial de clasificare a fost întocmit de L i n n é (1735, 1753), având la bază alcătuirea androceului și raportul său cu gineceul. Potrivit acestui sistem, spre exemplu în clasa *Diandria* au fost incluse plante cu două stamine în floare, care însă sunt mult îndepărtate sub raport filogenetic (*Syringa vulgaris* - liliacul, *Veronica* - șopârlița, *Anthoxantum* - vițelarul). Cu toate deficiențele sale, sistemul linnean a ușurat mult studiul plantelor, prin simplitatea sa și prin folosirea nomenclaturii binare, de aceea și-a câștigat, chiar de la început, o mare popularitate.

În anul 1759, Bernard Jussieu realizează în mod practic, în grădina palatului Trianon din Paris, un sistem natural, începând cu plantele inferioare (talofite) și terminând cu cele superioare (angiosperme), format din 65 de ordine, grupate într-o succesiune firească, în mod evolutiv. Acest sistem a fost făcut cunoscut prin publicare mai târziu (A. L. J u s s i e u, 1789).

Sistemul natural de clasificare a plantelor s-a perfecționat în decursul timpului prin aportul unui însemnat număr de sistematicieni.

Dintre biologii români, contribuții taxonomice valoroase au adus D. G r e c e s c u, D. B r â n d z ă, Al. B o r z a, I. P r o d a n, E. N y á r á d y, Al. B e l d i e, I. M o r a r i u etc.

La stabilirea legăturilor dintre diferiți taxoni, pe lângă metoda morfologică-comparativă, s-au aplicat și alte metode (anatomică, embriologică, geografică, hibridologică, serologică, biochimică, fiziologică, ecologică și genetică).

Regnul vegetal, corespunzător celor două tipuri structurale de celule, cuprinde două mari grupe de plante: *procariote și eucariote.*

Deși între aceste două tipuri de organizare există o mare discontinuitate evolutivă, se evidențiază și unele caracteristici comune, ceea ce a condus la ideea că ele s-au separat într-un anumit moment al evoluției prin mecanisme încă neelucidate pe deplin. Așa cum s-a arătat, la perfecționarea celulei eucariote se pare că au avut un rol important unele evenimente endosimbiotice.

Capitolul VI

PROCARIOTA

6.1. ÎNCRENGĂTURA BACTERIOPHYTA (BACTERII)

Bacteriile sunt organisme unicelulare sau grupate în colonii, fără nucleu individualizat, în majoritate heterotrofe saprofite sau parazite. Au dimensiuni mici, cuprinse obişnuit între 0,5 şi 10 μm.

Forma bacteriilor este controlată genetic, de aceea polimorfismul la aceeaşi specie este relativ limitat. Sub aspect morfologic pot fi (Fig. 6.1): *sferice* (coci), *solitare* (coci simpli) sau grupate două până la mai multe împreună (diplococi, triplococi, tetracoci, streptococi, stafilococi, sarcina), *cilindrice* (bacili, bacterii) izolate sau asociate (diplobacili, streptobacili etc.); *spiralate* sau *elicoidale*, asemănătoare unor virgule (*vibrioni*), în formă de spirală cu spire rigide (*spirili*) şi cu spire mai flexibile (*spirocheţi*); *filamentoase*, alcătuite dintr-un lanţ de celule, înconjurate de o teacă. La bacteriile filamentoase celulele pot rămâne în contact şi datorită faptului că pereţii celulari nu le separă complet după diviziunea celulară.

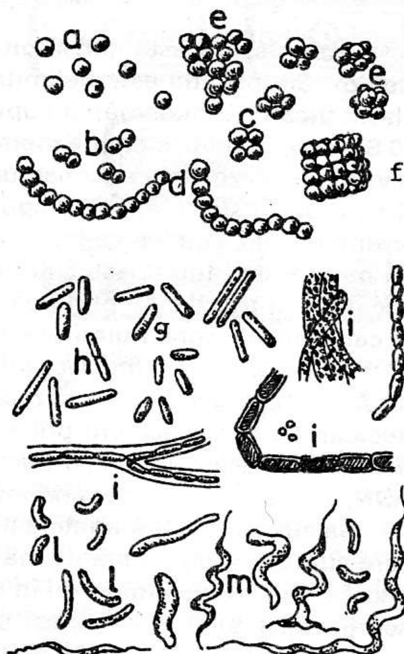


Fig. 6.1 — Tipuri de bacterii: a - coci; b - diplococi; c - tetracoci; d - streptococi; e - stafilococi; f - sarcina; g - bacili; h - diplobacili; i - bacterii filamentoase; l - vibrioni; m - spirili

Bacteriile prezintă o structură complexă, celula lor fiind formată din perete celular şi protoplast (Fig.6.2). Peretele celular constă mai adesea dintr-o singură macromoleculă uriaşă, reticulată, în formă de sac (*„sacculus"*), din peptidoglucanul numit mureină (polimer al acidului N-acetilmuraminic şi al N-acetil glucozaminei la care se leagă lanţuri scurte de tetra- şi pentapeptide). Polimerul mureinic asigură rezistenţa mecanică a peretelui celular şi se întâlneşte exclusiv la procariote.

La bacteriile gram-pozitive (cele care reţin în perete colorantul anilină), peretele cu grosimi de 15-80 nm este alcătuit numai dintr-o macromoleculă de peptidoglucan. La bacteriile gram-negative (care nu reţin în perete colorantul anilină) peretele peptidoglucanic, gros de cca 10 nm, mai

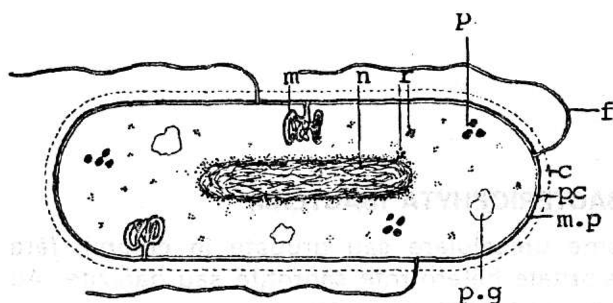


Fig. 6.2 — Structura unei celule bacteriene: c - capsulă; p.c - perete celular; m.p - membrană plasmatică; f - flagel; m - mezozom; p - corpusculi polifosfatici; p.g - picături de grăsime; r - ribozomi; n - nucleoid

cuprinde și un strat adițional din lipopolizaharide. Proprietățile adezive ale unor bacterii sunt datorate prezenței unui înveliș de fibre încâlcite din polizaharide, numit *glicocalix*.

La exteriorul peretelui celular al unor bacterii, protoplastul generează un înveliș gelatinos din polizaharide și polipeptide numit *„capsulă"*.

Protoplasma este constituită din citoplasmă și aparatul nuclear (nucleoid). Citoplasma este delimitată de peretele celular printr-o membrană plasmatică (plasmalemă) și cuprinde ribozomi (constanta de sedimentare 70 S), *mezozomi* (sistem de membrane) etc., încadrând și diverse incluziuni și vacuole. Mezozomii se constituie prin invaginări ale membranei plasmatice și servesc ca suprafețe de dispunere a enzimelor, separând diferite funcții enzimatice ale celulei. La bacteriile autotrofe, unele porțiuni ale sistemului de membrane, tubuloase sau veziculare, sunt analoage tilacoidelor de la eucariote, întrucât sunt purtătoare de pigmenți asimilatori (bacterio-clorofilă și carotinoizi), constituindu-se în așa-numitul *aparat plastidial*.

Aparatul nuclear (nucleoidul) este reprezentat printr-o moleculă circulară de ADN dublucatenar, localizată în nucleoplasmă, și este lipsit de înveliș nuclear. La unele bacterii pot exista mai mulți nucleoizi (2-4). În afară de aceștia se găsesc în celula bacteriană și alte macromolecule circulare de ADN, cu replicație independentă, care reprezintă *plasmidele*.

Ca structuri extraparietale unele genuri de bacterii prezintă *flageli* (cili), care sunt flexibili, fragili, de mărimi diferite (fiecare de câteva ori mai lung decât celula), îndeplinind rol în locomoție, și *pili*, similari flagelilor, dar mai scurți, rigizi, subțiri și dispuși uniform, care ajută la fixarea bacteriilor pe substrat și la schimbul de material genetic prin conjugare.

Numărul cililor ca și dispoziția lor sunt de asemenea diferite (Fig. 6.3); bacteriile *monotriche* au un singur cil la unul din poli, cele *amfitriche* câte unul la fiecare pol, cele *lofotriche* câte un smoc de cili la una sau ambele extremități ale celulei, iar cele *peritriche* au cili pe toată suprafața celulei. Bacteriile fără cili (*atriche*) sunt imobile, ele se deplasează pasiv, purtate de agenții externi din mediu.

Modul principal de înmulțire la bacterii este bipartiția (sciziparitatea) realizată prin fisiunea (despicarea) celulei în două celule fiice. Procesul urmează creșterii celulei și se realizează prin proeminarea spre interior a plasmalemei și a peretului celular. Pe parcursul bipartiției, aparatul nuclear (molecula de ADN -dublucatenar), atașat printr-un mezozom de membrana

plasmatică, se reduplică în două molecule identice de ADN, printre care înaintează septul format din plasmalemă și peretele celular. În final, datorită septului ce se formează rezultă două celule fiice, fiecare cu material genetic identic (Fig. 6.4). Bacteriile la care peretele nou format nu este complet despicat rămân împreună realizând filamente sau mase de celule. Astfel de forme de agregare mai pot rezulta și prin menținerea celulelor într-o capsulă gelatinoasă comună (*zooglee*). Multiplicarea la bacterii are loc cu viteză impresionantă, dar înmulțirea lor excesivă este limitată de factorii mediului. La unele bacterii se întâlnesc fenomene de schimb de material genetic între celule (parasexualitate), care se realizează prin conjugare, prin transducție mijlocită de bactereofagi sau prin transformare.

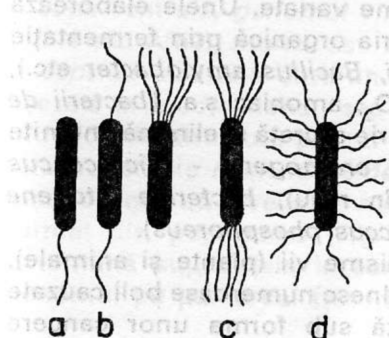


Fig. 6.3 — Tipuri de bacterii flagelate: a - monotriche; b - amfitriche; c - lofotriche; d - peritriche

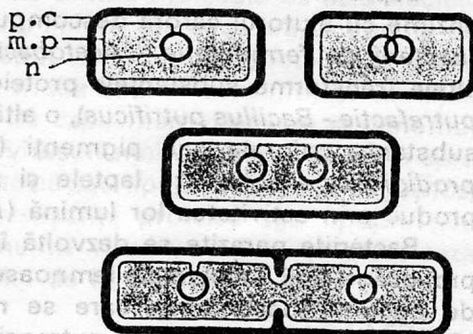


Fig. 6.4 — Bipartiția la bacterii: p.c - perete celular; m.p - membrană plasmatică; n - nucleoid

În condiții neprielnice, unii bacili *sporulează* formând *endospori*, prin diminuarea apei libere din protoplast și individualizarea la periferia acestuia a unui înveliș rezistent; între peretele celular și peretele sporului se acumulează un lichid hialin. În condiții prielnice, sporii trec prin germinare la viață activă sub formă celulară. Capacitatea de supraviețuire a sporilor se poate menține o perioadă foarte îndelungată, unii spori germinează după decenii sau secole de existență în condiții nefavorabile.

Ținând cont de activitatea metabolică și particularitățile lor biochimice, se disting două mari grupe de bacterii: *Archaebacteria* și *Eubacteria*.

ARCHAEBACTERIA

Se întâlnesc mai ales în locuri care amintesc habitatele din fazele timpurii ale evoluției scoarței terestre. Sunt foarte diverse sub raport metabolic și chiar morfologic, având însă unele caracteristici biochimice și genetice asemănătoare: pereți celulari fără mureină, o anumită secvență a ARN, membrane plasmatice cu compoziția lipidică specifică, lipsa recombinării genetice ș.a.

Dintre arhebacterii unele sunt *metanogenice*, răspândite în adâncurile oceanelor, în mlaștini, în traiectul digestiv al rumegătoarelor unde înlesnesc digestia celulozei. Există bacterii metanogenice care produc metan din CO_2

și H_2. Tot din acest grup fac parte *bacteriile halofile*, care se dezvoltă în stațiuni cu exces de săruri (cum este *Halobacterium halobium*) și prezintă pigmentul rodopsina, prin intermediul căruia captează lumina realizând o fototrofie caracteristică, precum și *bacteriile termofile*, cele mai multe sulfuroase, care se întâlnesc în apele izvoarelor minerale cu temperaturi de 70-105°C.

EUBACTERIA

Sunt cele mai numeroase și foarte diverse, distingându-se mai multe linii evolutive. Prezintă de asemenea nutriție diferită. Cele mai multe sunt lipsite de pigmenți asimilatori, heterotrofe saprofite sau parazite.

Saprofitismul la eubacterii îmbracă forme variate. Unele elaborează enzime cu ajutorul cărora descompun materia organică prin fermentație (*bacterii de fermentație - Acetobacter aceti, Bacillus amylobacter* etc.), altele transformă substanțele proteice în CO_2, amoniac ș.a. (*bacterii de putrefacție - Bacillus putrificus*), o altă categorie secretă și elimină anumite substanțe colorate sau pigmenți (*bacterii cromogene - Micrococcus prodigiosus* - colorează laptele și pâinea în roșu), *bacteriile fotogene* produc prin activitatea lor lumină (*Micrococcus phosphoreus*).

Bacteriile parazite se dezvoltă în organisme vii (plante și animale), provocând boli. La plantele lemnoase se întâlnesc numeroase boli cauzate de bacterii (bacterioze), care se manifestă sub forma unor cancere (*Pseudomonas savastanoi*), putregaiuri, decolorări, necroze etc.

Bacteriile autotrofe pot fi *chimiotrofe*, producându-și energia necesară sintezelor prin reacții chimice de oxidare (*bacterii nitrificante, sulfuroase, feruginoase* etc.), sau *fototrofe*, care datorită pigmenților asimilatori folosesc energia solară pentru sinteza substanțelor organice din dioxid de carbon și H_2S (*Thiocystis, Cromatium* etc.).

Sunt și bacterii simbiotice care formează nodozități pe rădăcinile leguminoaselor și au capacitatea de a fixa azotul liber atmosferic (*Rhizobium leguminosarum*).

Unele bacterii își procură oxigenul necesar metabolismului din atmosferă, acestea sunt *aerobe*, altele din descompunerile ce le produc, fiind *anaerobe*.

MICOPLASME

Sunt cele mai mici organisme unicelulare (diametrul lor poate fi mai mic decât 0,1 μm), constituite dintr-o membrană plasmatică periferică și conținut protoplasmatic care cuprinde proteine solubile, ARN, ADN, ribozomi, glucide și lipide. Prezintă un polimorfism accentuat, fiind descrise forme sferice, ovoide și filamentoase. Micoplasmele au fost identificate mai întâi ca agenți patogeni la animale, ulterior semnalându-se și în celulele plantelor, ca parazite sau saprofite. În cazul plantelor vasculare se localizează mai ales în floem, la nivelul vaselor liberiene, putând migra prin porii plăcilor ciuruite. Astfel, la speciile de ulm a fost descrisă boala „necroza floemului" cauzată de micoplasme și transmisă plantelor sănătoase prin insecte și altoire.

VIRUSURI

Reprezintă forme de viață acelulare, incapabile de multiplicare prin diviziune, lipsite de echipament enzimatic, deci fără metabolism propriu, obligate la un parazitism absolut. Sunt considerate entități infecțioase patogene (nu forme de viață în sens uzual), capabile de reproducere sub controlul propriului lor genom, dar preluând aparatul de sinteză al celulei infectate.

Cercetările electrono-microscopice au elucidat structura virusurilor. Acestea pot prezenta forme variate: icosaedrică (forma cea mai răspândită), sferică, prismatică, filamentoasă, cilindrică, cubică, ac cu gămălie etc., iar dimensiunile sunt cuprinse între 8 și 250 nm. În structura lor se distinge o zonă centrală, *genomul viral,* formată dintr-o moleculă de acid nucleic (ADN sau ARN), mono- sau bicatenară, liniară sau circulară, acoperită de o *capsidă* alcătuită dintr-un singur strat de molecule proteice identice, așezate în mod ordonat, sau din mai multe straturi concentrice. Unitățile proteice de structură poartă numele de *capsomere.* Capsida și genomul viral constituie *nucleocapsida.* Unele virusuri mai complexe prezintă spre exterior încă un înveliș de natură proteică sau lipoproteică, numit *peplos,* format din *peplomere* (Fig. 6.5). Învelișurile proteice sau lipoproteice determină suprafețele la care un anumit virus va adera și protejează genomul pe parcursul trecerii virusului de la o gazdă la alta.

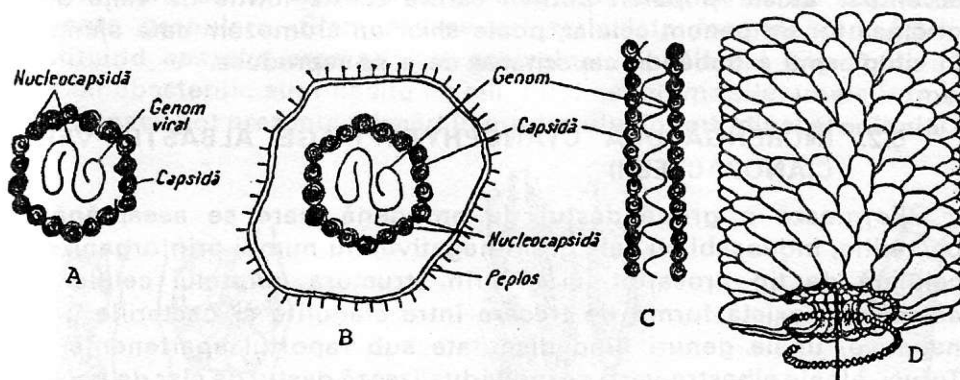


Fig. 6.5 — Structura virusurilor (scheme): A - virus icosaedric nud; B - virus icosaedric cu peplos; C - virus helical nud; D - virus helical văzut în spațiu

Virusurile se multiplică numai în interiorul celulelor vii-gazdă, prin biosinteza mai întâi a genomului viral și apoi a învelișurilor exterioare. Acidul nucleic viral, prin informația ce o conține, dirijează biosinteza (formarea proteinelor din structura proprie, a unor proteine care reglează activitățile metabolice ale celulei infectate etc.), asigurându-și replicarea.

Virusurile au o largă răspândire în natură, producând boli numite viroze.

În privința clasificării acestor forme de viață nu există încă o concepție unitară. S-a încercat (H o l m e s, 1939) introducerea nomenclaturii binare (exemplu *Acrogenus ribis* - virusul agrișului, *Amphorophora rubi* - virusul

zmeurului etc.), de asemenea se mai numesc virusurile după planta gazdă parazitată, însoțită de un număr de ordine (*Ribes virus* - 1, *Rubus virus* - 1).

Mai mult acreditată este clasificarea realizată pe baza unor criterii morfologice, biochimice și fiziologice ale gazdei parazitate.

Virusurile se încadrează în ordinul *Virales* cu trei subordine:

Subordinul Phytophagineae (virusurile plantelor). Sunt mai ales ribovirusuri (genom viral ARN), care produc fitoviroze.

Subordinul Zoophagineae (virusurile animalelor). Cuprinde adenovirusuri (genom viral ADN), care parazitează animalele și omul (poliomielita, turbarea, gripa etc.).

Subordinul Phagineae (virusuri bacteriofage). Grupează adenovirusuri adaptate la parazitism în celulele bacteriene, pe care le distrug prin liză.

Viroizii, cei mai mici agenți infecțioși cunoscuți, sunt constituiți numai dintr-o moleculă de ARN monocatenar, lipsindu-le învelișurile proteice sau lipoproteice. Ei nu prezintă cod genetic pentru sinteza de proteine, ci doar pentru ARN și au fost izolați numai din celule ale plantelor. Se presupune că acești agenți acționează în celula gazdă prin interferența lor cu genele reglatoare ale acesteia.

Origine. Unii biologi susțin descendența directă a virusurilor dintr-un protovirus, alții consideră că virusurile actuale provin din microorganisme celulare care au suferit o evoluție regresivă, ca urmare a parazitismului lor accentuat. Există și păreri potrivit cărora aceste forme de viață au la originea lor un genom celular, poate chiar un cromozom care ajungând în citoplasmă a dobândit capacitatea de a se reproduce.

6.2. ÎNCRENGĂTURA CYANOPHYTA (ALGE ALBASTRE-VERZI, CIANOBACTERII)

Formează o grupă destul de omogenă, care se aseamănă cu bacteriile, îndeosebi cu cele gram-negative, nu numai prin organizarea celulară de tip procariot, ci și prin structura peretelui celular. De asemenea, există forme de trecere între cianofite și bacteriile gram-negative, unele genuri fiind disputate sub raportul apartenenței lor. Totuși, algele albastre-verzi se individualizează destul de clar de bacterii, constituind o unitate bine conturată prin: ARN ribozomal caracteristic (16 S), prezența clorofilei *a* ca pigment asimilator (și nu bacterioclorofila), eliberarea de oxigen în fotosinteză și mărimea celulelor (de 5–10 ori mai mari decât cele bacteriene).

Algele albastre-verzi sunt organisme unicelulare (sferice, alungite etc.) autotrofe, în cazuri rare heterotrofe, solitare sau grupate în colonii (cenobii) de diferite forme (filamentoase, lamelare, globuloase etc.), dispuse adesea într-o teacă sau masă gelatinoasă. Au mare amplitudine ecologică, fiind răspândite în sol, pe stânci, pe scoarța arborilor, în ape reci și termale (până la 80°C), în ape dulci și sărate etc. Lipsesc în apele acide, unde abundă mai adesea alge eucariote. În apele marine și dulcicole participă la formarea planctonului. Când condițiile de mediu

devin extreme sub raport termic și al oxigenării, se ridică la suprafața apei, aglomerându-se în mase abundente ce determină „înflorirea" apei (Marea Roșie își datorează culoarea cianobacteriei de culoare roșie numită *Trichodesmium*).

La unele forme cenobiale, pe lângă celulele normale, se întâlnesc celule mai mari, cu peretele celulozic îngroșat, numite *heterociste*, implicate în fixarea azotului liber molecular (N_2).

Ca și la bacterii, celula algelor albastre-verzi prezintă un perete celular și un protoplast fără nucleu diferențiat morfologic. Peretele constă din mureină, la exterior găsindu-se o teacă gelatinoasă cu structură fibrilară alcătuită din aminoacizi, acizi grași și polizaharide. De altfel, așa cum s-a mai arătat, ultrastructura peretelui celular este similară celei de la bacteriile gram-negative.

Protoplastul prezintă două zone: *cromatoplasma* la exterior și *centroplasma*, fără pigmenți, la interior. Cromatoplasma cuprinde mai multe straturi de lamele endomembranice (tilacoide) în care sunt dispuși pigmenți clorofilieni (clorofila *a* și carotinoizii) și ribozomii dispersați. Pigmenții ficobilini (ficocianina și ficoeritrina) sunt localizați ca și la algele roșii în corpusculi numiți *ficobilizomi*, care sunt distribuiți uniform în masa cromatoplasmei. Printre tilacoide se întâlnesc particule de glucan asemănător glicogenului și înrudit cu amidonul floridian al algelor roșii, ca și cianoficină și volutină. Centroplasma cuprinde elemente granulare, filamentoase ori reticulate formate din ADN, constituind *aparatul cromatinian*, echivalentul nucleului (Fig. 6.6).

Cianobacteriile sunt lipsite de cili, fiind astfel imobile, unele forme filamentoase pot prezenta mișcări în jurul axului longitudinal al coloniei,

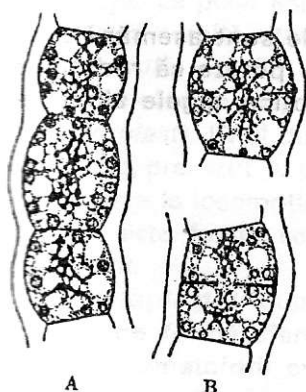


Fig. 6.6 — Celule de alge albastre-verzi cu aparat cromatidian în rețea (A) și celule în diviziunea (B)

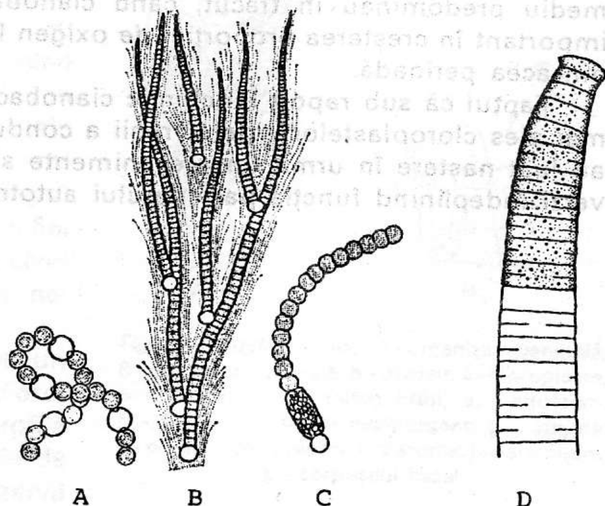


Fig. 6.7 — Tipuri de alge albastre-verzi: A - *Nostoc commune* - filament cu patru heterociste; B - *Rivularia* - colonii filamentoase; C - *Cylindrospermum* - colonie cu akinet și heterocist la baza filamentului; D - *Oscillatoria* - capăt de filament

datorate extruziei de mucilagiu prin porii pereţilor celulari, asociată cu unde contractile într-unul din straturile peretelui.

Înmulţirea algelor albastre se realizează prin sciziparitate. Formele filamentoase se pot înmulţi şi prin *hormogoane*, porţiuni de filament ce se desprind la nivelul unui heterocist, după care refac o nouă colonie. Pentru supravieţuirea pe parcursul perioadelor nefavorabile, unele cianobacterii formează spori rezistenţi, numiţi *akineţi* (Fig. 6.7 C), celule mari ce prezintă un înveliş mai gros şi rezistent.

Unele alge albastre pot fi simbionţi autotrofi, parteneri ai altor organisme: spongieri, oomicete (cu care formează licheni), diferite grupe de plante etc.

O algă albastră mai frecventă este *Nostoc commune* (cleiul pământului – Fig. 6.7 A), întâlnită în locuri cu vegetaţie săracă, pe soluri golaşe. Se prezintă sub forma unor şiraguri de celule sferice, înglobate într-o masă gelatinoasă comună, la uscăciune cu aspect de crustă. *Oscillatoria sp.* (Fig. 6.7 D) vegetează în ape dulci, în sere, pe pământ umed, speciile ei formând colonii filamentoase, ce realizează mişcări circulare în jurul axului longitudinal.

Origine. Filogenie. Sunt organisme primitive, descinzând, ca şi bacteriile, cu care au multe asemănări, din forme de viaţă acelulare. Au vechime mare, datând din Precambian. Astfel, straturile calcaroase numite stromatolite, care au o continuitate geologică de cca 2,7 miliarde ani, s-au format prin fixarea coloniilor de alge albastre-verzi în sedimente calcaroase. În prezent, asemenea stromatolite iau naştere numai în puţine locuri cu climat cald şi secetos, cum este vestul Australiei. Abundenţa lor în formaţiunile fosile evidenţiază că astfel de condiţii de mediu predominau în trecut, când cianobacteriile au îndeplinit rol important în creşterea proporţiei de oxigen liber în atmosfera planetei din acea perioadă.

Faptul că sub raport biochimic cianobacteriile sunt asemănătoare mai ales cloroplastelor algelor roşii a condus la ipoteza că rodofitele au luat naştere în urma unor evenimente simbiotice, algele albastre-verzi îndeplinind funcţia partenerului autotrof.

CAPITOLUL VII

EUCARIOTA

7.1. ÎNCRENGĂTURA EUGLENOPHYTA (FLAGELATE VERZI)

Cuprinde plante unicelulare prevăzute cu flageli pentru locomoție. Din cele 40 de genuri cunoscute, doar o treime sunt autotrofe, restul fiind heterotrofe. Celula lor este de tip eucariot.

Numele încrengăturii provine de la *Euglena,* un gen comun, întâlnit în ape dulci, mai ales prin bălți și prin locuri bogate în substanțe organice, utilizat adesea la cercetări de biologie celulară în laboratoare. Una dintre speciile mai frecvent întâlnite este *Euglena viridis* (Fig. 7.1). Are formă alungită, prezentând la exterior o membrană plasmatică, având o serie de striațiuni proteice flexibile dispuse helical. Aceste formațiuni proteice împreună cu membrana plasmatică alcătuiesc *pelicula* – foarte flexibilă, permițând modelarea formei în legătură cu locomoția. La polul anterior, într-o adâncitură numită *citostom (rezervor, ampulă)* se află doi flageli, prinși pe câte un corpuscul bazal *(blefaroplast).* Unul dintre flageli este lung, prevăzut cu perișori fini și servește la locomoție, pe când celălalt este foarte scurt și neemergent.

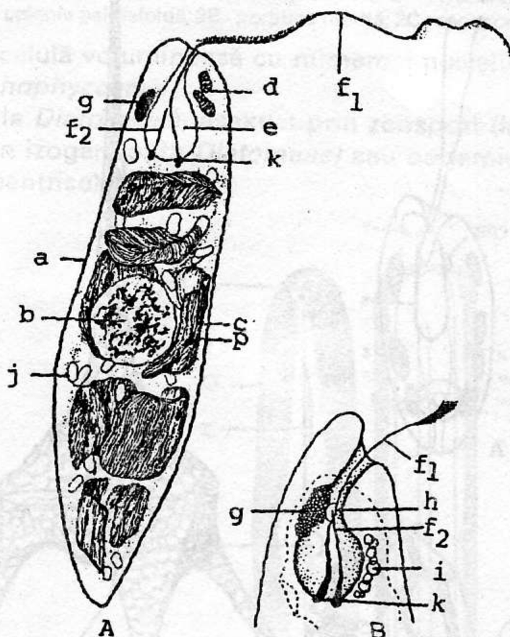


Fig. 7.1 — Euglena viridis: A - organizare generală; B - detaliu; a - peliculă; b - nucleu; c - cloroplaste; p - pirenoizi; d - mitocondrii; e - citostom; f_1 - flagel; f_2 - flagel neemergent; g - stigma; h - organit fotoreceptor; i - vacuole; j - paramilum; k - corpuscul bazal

Protoplastul cuprinde un nucleu de formă sferică, cloroplaste (cromatofori) cu clorofilă *a* și *b* și carotinoizi, granule de *paramilum* (produs de rezervă întâlnit numai la acest grup de plante) *stigmă* și *fotoreceptor* (organite de orientare a mișcării față de lumină), vacuole pulsatile și digestive. La întuneric se poate nutri heterotrof (saprofitic), înglobând hrană prin osmoză din mediu.

Înmulțirea se face prin diviziune (mitoză) în sens longitudinal. În condiții de viață neprielnice, euglenele trec într-o stare latentă prin închistare.

Origine. Filogenie. Flagelatele verzi își au originea în protofite, evoluând paralel cu procariotele. Au legături de înrudire cu alte grupe de flagelate și cu algele verzi. Astfel, asemănarea conținutului în pigmenți asimilatori (clorofila *a* și *b*, carotinoizi) la euglenofite și alge verzi a sugerat ipoteza că strămoșii flagelatelor verzi au devenit autotrofi formându-și cloroplaste din alge verzi cu care inițial se aflau în relație de simbioză.

7.2. ÎNCRENGĂTURA PYRROPHYTA (FLAGELATE CAFENII)

Reunește organisme unicelulare, biflagelate, uniflagelate sau fără flageli, solitare sau grupate în colonii, cenobii. Sunt autotrofe, având cromatofori galbeni-bruni cu clorofilă *a* și *c*, xantofilă, carotină, ficopirină etc. Se înmulțesc prin diviziune pe direcția axului longitudinal, prin spori (zoospori sau aplanospori) și izogamie sau chiar anizogamie.

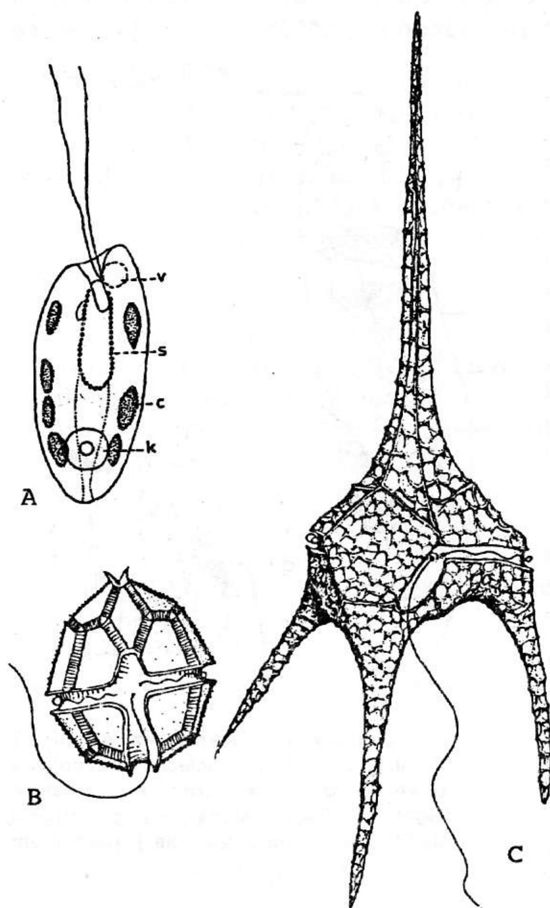


Fig. 7.2 — Flagelate cafenii: A - *Cryptomonas;* B - *Peridinium;* C - *Ceratium;* k - nucleu; c - cloroplaste; s - faringe; v - vacuolă

Sunt răspândite în apa mărilor, unele specii participând în măsură însemnată la formarea planctonului, altele sunt specii de apă dulce. În bălți și ape murdare abundă pe alocuri *Cryptomonas* (Fig. 7.2); genurile *Peridinium* și *Ceratium,* al căror corp este prevăzut cu plăci calcaroase, au reprezentanți în mări și ape dulci, limpezi. Există reprezentanți care trăiesc în tentaculele unor corali cu care realizează simbioze.

Există unele date care atestă că, asemănător flagelatelor verzi, cromatoforii flagelatelor cafenii au rezultat în urma unor evenimente simbiotice.

7.3. ÎNCRENGĂTURA CHRYSOPHYTA (FLAGELATE AURII)

În această încrengătură sunt incluse flagelatele autotrofe cu cromatofori de culoare aurie (gr. *chrysos* = auriu),

datorită prezenței xantofilei, carotinei și fucoxantinei care maschează prin abundență clorofilele *a* și *c*. Cuprinde numeroase organisme, foarte heterogene sub raport morfologic. Unii reprezentanți sunt unicelulari solitari (numeroase genuri de diatomee), alții trăiesc grupați în cenobii *(Dinobryon* – Fig. 7.3, din cl. *Chrysophyceae*, unele diatomee etc.) ori colonii palmeloide (indivizi imobili înglobați într-o masă gelatinoasă – *Hydrurus* – Fig. 7.3, din cl. *Chrysophyceae*). Există forme cu structură polienergidică (celulă voluminoasă cu numeroși nuclei – *Vaucheria* – Fig. 7.4, din cl. *Xanthophyceae*).

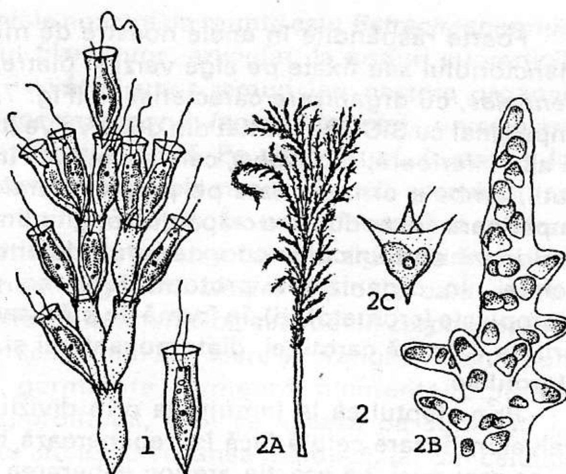


Fig. 7.3 — 1 - *Flagelate aurii: Dynobrion*; 2 - *Hydrurus* (2A - colonie palmeloidă; 2B - porțiune mărită; 2C - zoospor)

Înmulțirea se face vegetativ (la *Diatomeae*), asexuat prin zoospori (la *Hydrurus, Vaucheria*) și sexuat prin izogamie (la *Diatomeae)* sau oogamie (la *Vaucheria* și unele diatomee centrice).

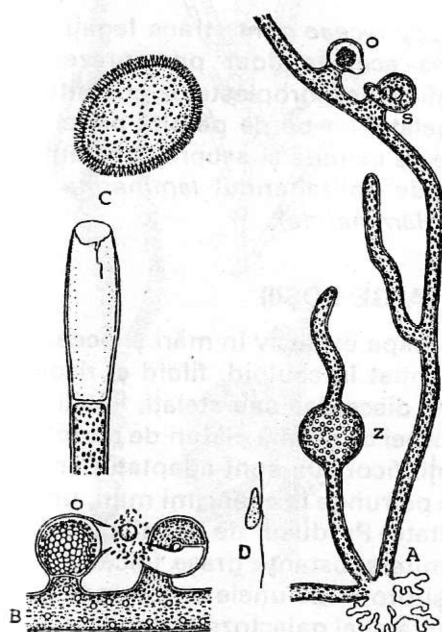


Fig. 7.4 — *Vaucheria sp.*: A - plantă cu rizoizi (o - oogon; s - anteridie; z - sinzoospor în formare); B - porțiune de filament cu oogon și anteridie; C - sinzoospor deasupra zoosporangelui; D - anterozoid

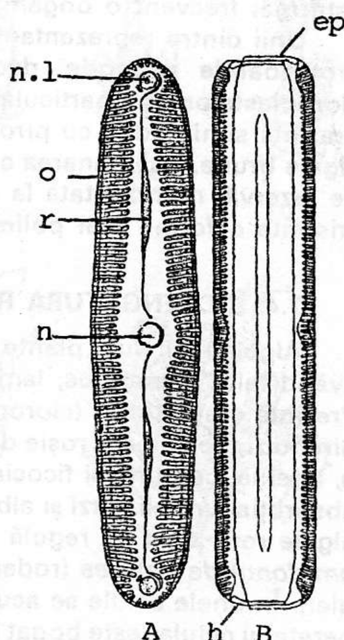


Fig. 7.5 — *Pinnularia viridis*: A - privită din față; B - privită lateral; n - nodul central; n.l - nodul lateral; r - rafă; o - ornamentație; ep - epitecă; h - hipotecă

Foarte răspândite în apele noastre de munte, participând la formarea planctonului sau fixate pe alge verzi și pietre, sunt diatomeele din ordinul *Pennales*, cu organizare caracteristică (Fig. 7.5). Peretele lor celulozic este impregnat cu SiO_2, constituit din două valve (teci), una superioară, *epivalva*, și alta inferioară, *hipovalva*, care se îmbucă între ele la fel cu capacele unei cutii, ambele ornamentate pe părțile laterale cu striuri. De regulă, valva superioară are noduli și o crăpătură longitudinală *(rafă)*, prin care citoplasma realizează comunicarea cu exteriorul, determinând și deplasarea activă a celulei. În organizarea protoplastului se distinge un nucleu diploid, cloroplaste (cromatofori), în formă de plăci sau granule, de culoare galbenă-brunie datorită carotinei, diatomoxantinei și fucoxantinei care maschează clorofilele.

Prin faptul că la înmulțirea prin diviziune a celulei, după separarea valvelor, fiecare celulă fiică își regenerează hipovalva, apar indivizi din ce în ce mai mici. La aceștia are loc eliberarea protoplastului din teci, luând naștere câte un *spor de creștere (auxospor)*, care crește la dimensiuni normale, apoi își reface cele două valve. Alteori formarea sporului de creștere (numit în acest caz *auxozigot*) este precedată de un proces sexual.

Frecvent se întâlnesc: *Navicula viridis, Diatoma hiemale, Meridion circulare* etc.

În apele mărilor abundă diatomee din ordinul *Centrales*, caracterizate prin simetrie radiară (*Biddulphia, Cyclotella*), la care înmulțirea sexuată este mai frecvent o oogamie.

Unii dintre reprezentanții clasei *Chrysophyceae* sunt strâns legați de protozoarele rizopode, deosebindu-se de acestea doar prin prezența cloroplastelor. Prin particularitățile biochimice ale cloroplastelor, crisofitele prezintă similitudini cu pirofitele dinoflagelate, iar pe de pe altă parte cu algele brune. Asemănarea cu algele brune se extinde și asupra substanței de rezervă, reprezentată la ambele grupe de polizaharidul *laminarina* (la crisofite o formă mai polimerizată, *chrisolaminarina).*

7.4. ÎNCRENGĂTURA RHODOPHYTA (ALGE ROȘII)

Algele roșii sunt plante răspândite aproape exclusiv în mări și oceane, având talul filamentos, lamelar sau diferențiat în cauloid, filoid și rizoid. Prezintă cromatofori (cloroplaste) lamelari, discoidali sau stelați, lipsiți de pirenoizi, de culoare roșie datorită ficoeritrinei ce se află alături de clorofila *a*, luteină, carotină și ficocianină. Pigmenții ficobilini sunt adaptați pentru absorbția luminii verzi și albastre-verzi, ce pătrunde la adâncimi mari, unde algele roșii sunt de regulă bine reprezentate. Produsul de asimilație este *amidonul de floridee* (rodamilon) și anumite substanțe grase (picături de ulei). În unele celule se acumulează iod și brom. La unele specii matrixul peretelui celular este bogat în polimerul sulfatat al galactozei, cunoscut sub numele de *agar-agar,* utilizat ca mediu de cultură pentru microorganisme.

Cele mai multe alge roșii au un ciclu de dezvoltare complicat, cu trei generații, caracterizat și prin lipsa flagelilor atât la formele vegetative cât și la cele de înmulțire (spori, gameți).

Adesea abundentă în pâraiele noastre de munte este *Batrachospermum moniliforme* (Fig. 7.6), cu talul filamentos, articulat, la noduri cu verticile de ramuri. Pentru înmulțire, la vârful unor ramuri iau naștere organele sexuale bărbătești, numite *spermatogonii (spermatociste)*, unicelulare, fiecare conținând o singură *spermatie nudă*. Pe alte ramuri, în partea lor terminală, se formează *carpogoanele*, organele sexuale femele asemănătoare unor butelii, cu un gât lung numit *trichogin*. În urma fecundării oosferei din carpogon de către spermatie ia naștere zigotul. Din zigot, care rămâne pe plantă, se formează filamente *(gonimoblaste)* diploide care aparțin sporofitului. În celulele terminale ale filamentelor, care devin *carposporangi*, iau naștere carposporii diploizi (câte unul în fiecare sporange). Aceștia sunt eliberați în apă unde prin germinare formează filamente diploide, aparținătoare de asemenea sporofitului, care se fixează pe substrat. La capetele unora dintre filamente are loc diviziunea meiotică, iar din celulele haploide rezultate se vor forma gametofiții.

În Marea Neagră se întâlnește alga roșie *Ceramium*.

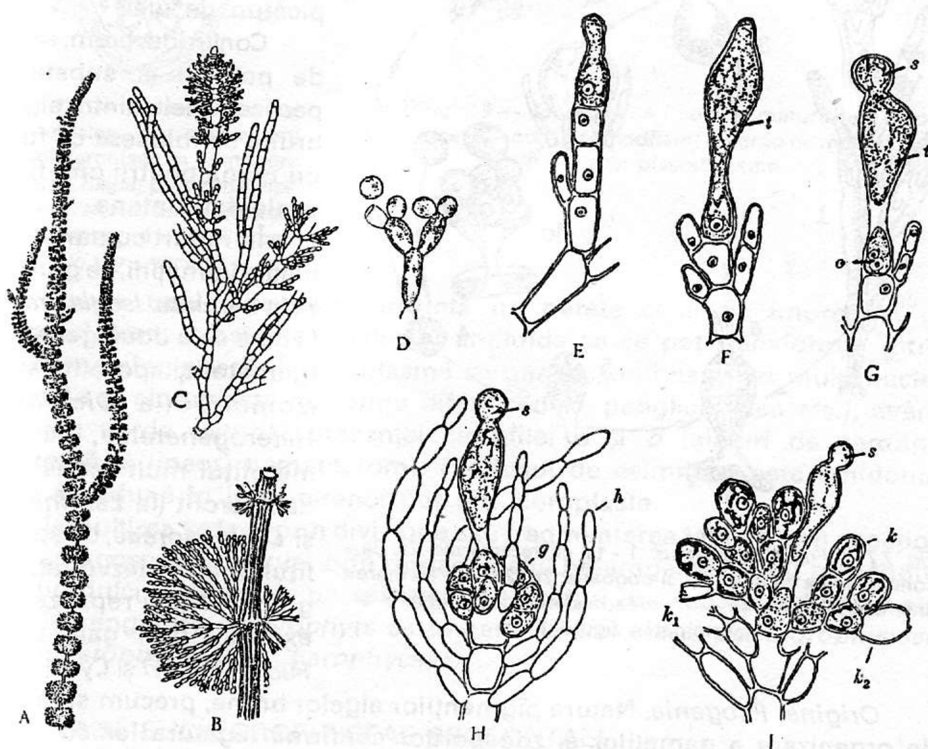


Fig. 7.6 — ***Batrachospermum moniliforme:*** **A - habitus; B - porțiune de tal mărită; C - sporofit cu doi gametofiți; D - ramură cu spermatociste și spermatii; E și F - ramuri cu carpogoane; t - trichogin; G - carpogon în fecundație; H și J - formarea filamentelor generatoare de carpospori; s - spermatie; o - nucleii gameților în copulare; g - carposporofit; h - filamente învelitoare haploide; k - carposporangi; k_1, k_2 - carposporangi goliți**

Origine. Filogenie. Prezența ficocianinei, precum și descoperirea recentă a unor genuri intermediare, confirmă legătura rodofitelor cu algele albastre. Sunt considerate un grup închis, deși înmulțirea evoluată ar putea sugera legătura lor cu unele cormofite. Au o vechime mare, găsindu-se în depozite calcaroase jurasice (calcare de Leitha cu *Lithothamnion*).

7.5. ÎNCRENGĂTURA PHAEOPHYTA (ALGE BRUNE)

Sunt talofite pluricelulare filamentoase și lamelare, adesea cu diferențieri morfologice și anatomice avansate; pot atinge dimensiuni mari *(Macrocystis* – măsoară 400 m) și sunt răspândite mai ales în mările și oceanele reci. Cromatoforii sunt discoidali sau bilobați, având ca pigmenți asimilatori fucoxantina de culoare brună, clorofila *a* și *c* și xantofila, iar ca produși de asimilație laminarina, manita, fucosanul și picături de ulei.

Conțin iod, brom, săruri de potasiu și substanțe pectice. Unele dintre algele brune se folosesc ca furaj ori hrană pentru om, fiind exploatate intens.

În raport cu particularitățile înmulțirii, se grupează în trei clase: *Isogeneratae,* la care cele două generații (gametofit, sporofit) sunt izomorfe (la *Dictyota), Heterogeneratae,* cu gametofitul mult redus față de sporofit (la *Laminaria),* și *Cyclosporeae,* cu sporofitul foarte dezvoltat, iar gametofitul reprezentat exclusiv prin gameți (la *Fucus*–Fig. 7.7 și *Cystoseira).*

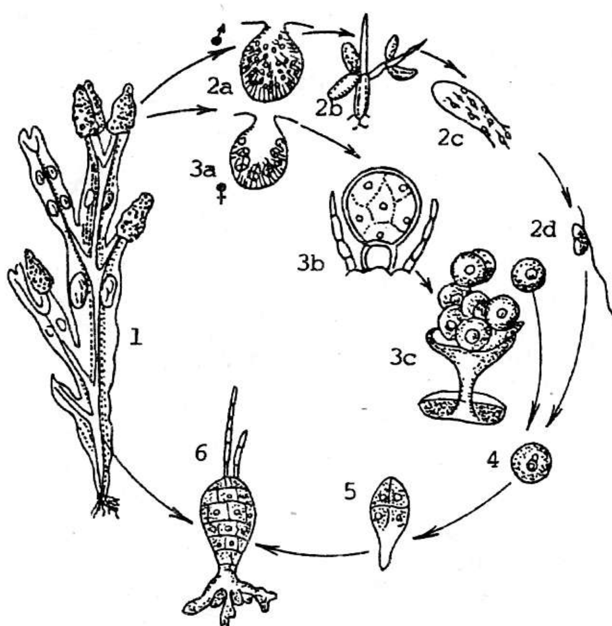


Fig. 7.7 — Fucus vesiculosus: 1 - tal cu receptacule; 2a, 3a - conceptacule cu anteridii și oogoane; 2b, 2c, 2d - formarea anterozoizilor; 3b, 3c - formarea oosferelor; 4 - zigot; 5–6 - germinarea zigotului

Origine. Filogenie. Natura pigmenților algelor brune, precum și modul de organizare a gameților și zoosporilor confirmă legătura lor cu unele dintre chrizofite, cu care pot avea o origine comună. Evoluția lor spre forme cu sporofitul dezvoltat (la *Laminaria, Fucus* etc.) dezvăluie legături probabile cu primele plante cormofite din grupa pteridofitelor *(Rhynia, Asteroxylon* etc.). Sunt plante cu vechime mare, datând din Silurian, fapt atestat de calcarele și marnele cu fucoide din această perioadă.

7.6. ÎNCRENGĂTURA CHLOROPHYTA (ALGE VERZI)

Algele verzi sunt talofite unicelulare (de formă sferică, ovală, poliedrică, stelată) sau pluricelulare (filamentoase, lamelare, simple sau ramificate), solitare sau grupate în colonii, mobile sau imobile.

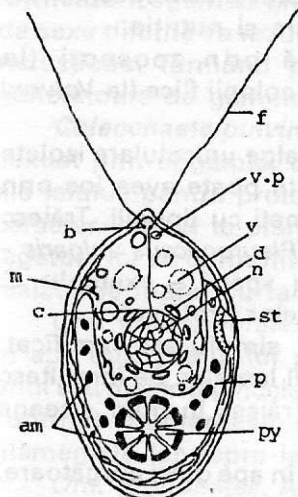


Fig. 7.8 — Chlamidomonas: n - nucleu; c - centrosom; b - biefaroplast; m - mitocondrie; f - flagel; p - cromatofor; Py - pirenoid; am - amidon; st - stigma; d - dictiozom; v, v.p - vacuole

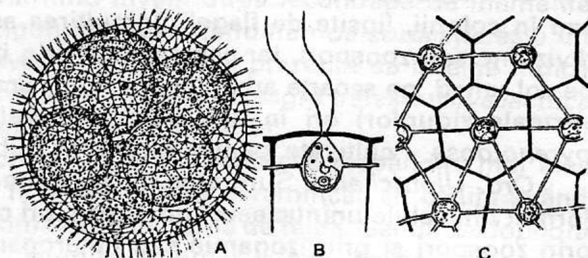


Fig. 7.9 — Volvox sp.: A - colonie matură cu 6 colonii fiice; B - individ component; C - grup de indivizi legați prin plasmodesme

Celula unei alge verzi prezintă un perete celulozic impregnat cu hemiceluloze, substanțe pectice și amiloide ce se pot transforma într-o masă mucilaginoasă. În citoplasmă se găsesc unul sau mai mulți nuclei, vacuole și cloroplaste de forme diferite (disc, panglică, stea etc.), având culoare verde datorită prezenței clorofilei *a* și *b* (alături de carotină, xantofilă și uneori hematocrom). Produsul de asimilație este amidonul, care se adună în jurul pirenoizilor din cloroplaste.

Înmulțirea se face prin diviziune sau fragmentarea talului, prin zoospori sau aplanospori și sexuat prin izogamie sau heterogamie. Sunt răspândite în ape dulci, salmastre, pe sol umed, pe ziduri, pe scoarța arborilor etc.

Încrengătura *Chlorophyta* se împarte în trei clase: *Euchlorophyceae, Conjugatophyceae* și *Charophyceae.*

CLASA EUCHLOROPHYCEAE (ISOCONTAE)

Cuprinde un număr mare de alge verzi unicelulare (solitare sau în colonii) și pluricelulare.

Unele specii sunt mobile, prezentând pentru mișcare flageli egali. Zoosporii și gameții prezintă doi, patru sau mai mulți flageli, întotdeauna de aceeași mărime.

Ord. Volvocales. Din acest ordin fac parte alge unicelulare mobile solitare *(Chlamydomonas* – Fig. 7.8) sau cenobiale *(Volvox* – Fig. 7.9), răspândite în ape dulci, unde participă la formarea planctonului. Coloniile la *Volvox aureus* sunt sferice, formate dintr-un număr mare de indivizi înglobați într-o masă gelatinoasă și legați între ei prin plasmodesme, cei de la polul anterior fiind specializați pentru mișcare și nutriție.

Înmulțirea volvocalelor poate fi asexuată prin zoospori (la *Chlamydomonas)* sau prin gonidii din care apar noi colonii fiice (la *Volvox)* și sexuată prin izogamie sau oogamie.

Ord. Chlorococcales (Protococcales). Cuprinde alge unicelulare izolate sau în colonii, lipsite de flageli. Înmulțirea asexuată poate avea loc prin diviziune sau zoospori, iar cea sexuată prin izogameți cu doi cili. Trăiesc pe sol umed, pe scoarța arborilor, pe ziduri umede *(Pleurococcus vulgaris* – verzeala zidurilor) ori în ape dulci *(Chlorella,* cu specii – exemplu *C. pyrenoidosa* – cultivate pentru obținerea substanțelor proteice).

Ord. Ulotrichales. Sunt alge cu tal filamentos, simplu sau ramificat, format din celule uninucleate suprapuse, ori cu talul lamelar. Se înmulțesc prin zoospori și prin izogamie sau heterogamie. Trăiesc în mări, oceane și în ape dulci.

Ulothrix zonata (Fig. 7.10) este întâlnită frecvent în ape dulci curgătoare, fixată pe pietre prin intermediul unei celule bazale. Prezintă un tal filamentos, alcătuit din mai multe celule, fiecare având un cloroplast lamelar de forma unui manșon incomplet, pirenoizi și nucleu.

Înmulțirea asexuată se face prin macrozoospori tetraflagelați (+) și respectiv prin microzoospori tetraflagelați (–) ce iau naștere în unele celule

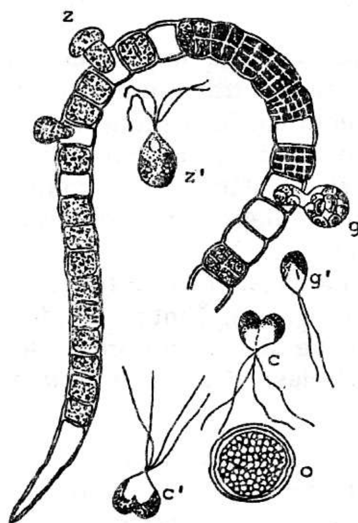


Fig. 7.10 — Ulothrix zonata: z - zoosporange cu zoospori; z' - zoospor tetraflagelat; g - gametange; g' - gamet; c și c' - copularea gameților; o - zigot

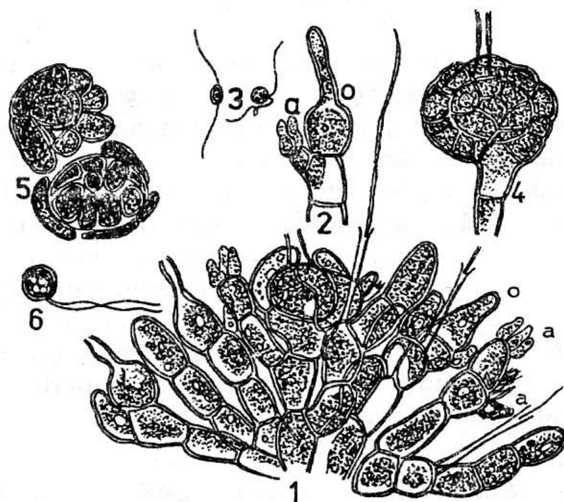


Fig. 7.11. — Coleochaete pulvinata: 1, 2 - porțiune de tal cu anteridie (a) și oogon (o); 3 - anterozoizi; 4 - oogon după fecundație; 5 - oospor eliberând celule mame ale zoosporilor; 6 - zoospor

ale talurilor gametofite + și respectiv –, celule care devin zoosporangi. Macrozoosporii vor da naștere numai unor gametofiți femeli (+), iar microzoosporii numai gametofiților masculi (–).

În condiții nefavorabile, pe gametofiții + și respectiv pe cei – se formează izogameți biflagelați + și respectiv –. Prin fuzionarea gameților de sexe diferite va rezulta zigotul care după o perioadă de repaus se divide reducțional formând patru celule haploide (două cu + și două cu –) generatoare de gametofiți femeiești și bărbătești.

Coleochaete pulvinata (Fig. 7.11 – ord. *Chaetophorales)* se înmulțește sexuat prin oogamie, oogonul fiind învelit după fecundație de filamente ale talului, pentru protecția zigotului. Acest *fenomen de corticație* este un caracter întâlnit la plantele evoluate, de aceea prezența sa la alge indică legătura lor cu cormofitele inferioare. În Marea Neagră trăiește *Ulva lactuca* (salata de mare) cu tal lamelar, fixat de substrat.

Ord. Cladophorales. Cuprinde alge filamentoase răspândite mai ales în ape dulci. Talul lor poate fi ramificat sau neramificat, în celule având unul sau mai mulți nuclei și cromatofori în formă de rețea. Genul *Cladophora* cuprinde numeroase specii, numite popular „lâna broaștei", pentru filamentele lor aspre la pipăit.

Ord. Siphonales. Algele acestui ordin au talul unicelular, dar celulele sunt mari și cu mai mulți nuclei (celobaste), uneori diferențiat morfologic în rizoid, cauloid și filoid, ca la *Caulerpa prolifera* (Fig. 7.12) întâlnită în mări calde.

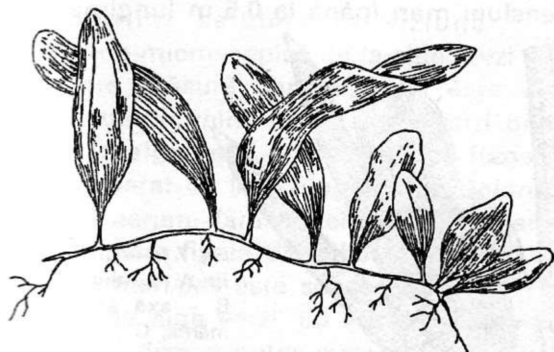


Fig. 7.12 — Tal de Caulerpa prolifera

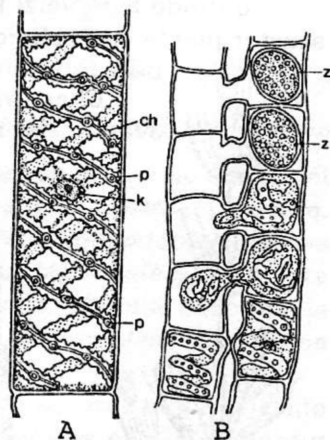


Fig. 7.13 — Spirogyra sp.: A - celulă mărită; B - conjugare; ch - cromatofor; p - pirenoid; k - nucleu; z - zigot

CLASA CONJUGATOPHYCEAE (ZYGNEMATOPHYCEAE, AKONTAE)

La această clasă aparțin alge lipsite de flageli în toate stadiile, solitare sau coloniale filamentoase, dar de obicei neramificate și nefixate pe substrat.

Spirogyra (mătasea broaștei) (Fig. 7.13) are un număr mare de specii cu cromatofori în formă de panglică, dispuși spiralat. Filamentele se grupează mai multe împreună. Trăiesc în ape dulci stătătoare. Se înmulțesc prin fragmentarea talului, prin diviziunea celulelor și prin conjugare. Celulele a două filamente apropiate de polaritate diferită trimit prelungiri ce se întâlnesc, iar la punctul de contact peretele se resoarbe, formând un canal de legătură prin care conținutul uneia din celule (devenită gamet mascul) trece în cealaltă (devenită gamet femel) fuzionând. Zigotul se învelește cu un perete îngroșat și rezistent, apoi cade la fundul apei unde iernează. La germinarea zigotului are loc reducerea cromatică, planta fiind, astfel, haploidă.

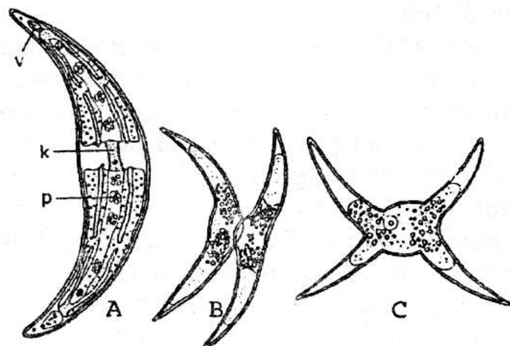


Fig. 7.14 — Closterium sp.: A - organizare generală; B, C - faze ale conjugării; k - nucleu; p - pirenoid; v - vacuolă cu cristale de gips

În ape dulci curgătoare se întâlnesc conjugatoficee unicelulare acoperite cu două valve (*Closterium* - Fig. 7.14, *Cosmarium* etc.).

· CLASA CHAROPHYCEAE

Cuprinde alge verzi întâlnite în ape dulci calcaroase, stătătoare. Talul acestor plante este pluricelular cu organizare complexă, fixat pe substrat prin formațiuni rizoidale.

Chara fragilis (Fig. 7.15) trăiește în ape stătătoare, în bălți, având talul de dimensiuni mari (până la 0,5 m lungime). Se

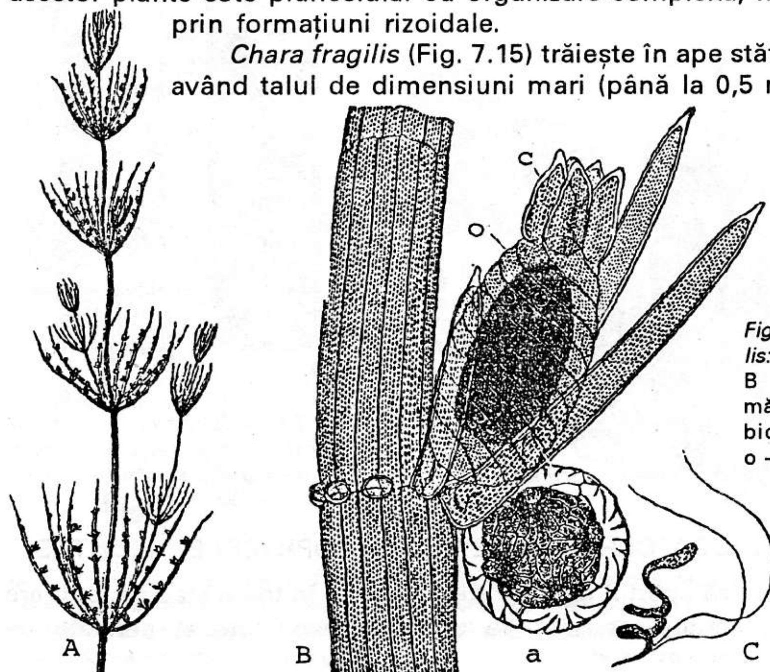


Fig. 7.15 — Chara fragilis: A - porțiune de tal; B - axă secundară mărită; C - anterozoid biciliat; a - anteridie; o - oogon; c - coronulă

fixează de fundul bălților prin rizoizi, alături de care apar formațiuni asemănătoare unor bulbili, cu rol în înmulțirea vegetativă. Talul este articulat, alcătuit din noduri cu celule scurte și internoduri cu celule lungi. La noduri se formează verticile de ramuri cu aceeași organizare ca și axa principală, planta având aspectul ferigii coada calului *(Equisetum)*. Celulele talului își câștigă o anumită rigiditate prin impregnarea pereților cu carbonat de calciu.

Înmulțirea sexuată este o oogamie. Oogonul este pluricelular (din cinci celule răsucite în jurul oosferei, iar alte cinci sunt terminale și formează o coronulă), sugerând arhegonul mușchilor și ferigilor (fără însă a avea legături de filiație cu aceștia), iar anteridia, alcătuită din opt celule, generează anterozoizi biciliați.

Origine. Filogenie. O schemă originală și bine argumentată privind evoluția și filogenia clorofitelor a fost prezentată de I. Morariu (1972) – (Fig. 7.16).

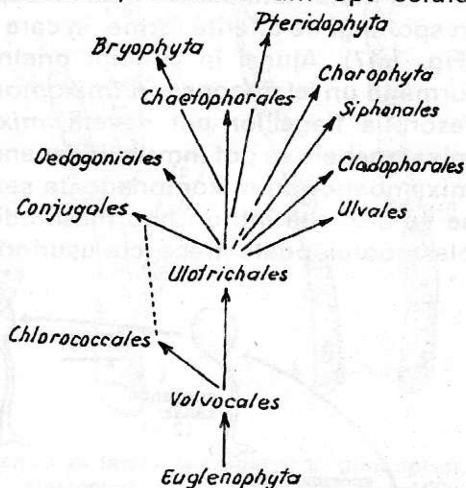


Fig. 7.16 —Schema filogenetică a algelor verzi

Chiar dacă originea în *Euglenophyta* nu este în acord cu unele date mai noi, întrucât cloroplastele euglenelor, așa cum s-a arătat, par a fi la origine alge verzi simbiotice (spre exemplu peretele acestor cloroplaste este tristratificat, stratul exterior fiind interpretat drept membrana plasmatică a celulelor ancestrale de algă verde), analizele comparate ale structurilor celulare în viziune electrono-microscopică de la alge verzi și plantele superioare au confirmat în mare măsură considerațiile care au stat la baza acestei scheme.

Astfel, pornind de la algele verzi primitive *(Micromonadophyceae)* s-a ajuns la alge verzi unicelulare cu flageli de tipul *Volvocales,* de la care s-au separat ca linii filogenetice *Chlorococcales,* în direcția adaptării la mediul aerian, fără flageli în stadiile adulte, și *Ulotrichales,* spre forme pluricelulare fixate de substrat.

Ulotrichales este socotit nodul din care s-au separat toate celelalte ordine de alge verzi, cu excepția ordinului *Conjugales* care și-a pierdut flagelii și deci ar putea avea unele legături de înrudire cu *Chlorococcales.*

Originea mușchilor *(Bryophyta)* și a ferigilor *(Pteridophyta)* se află în algele verzi, cu care se aseamănă prin pigmenții asimilatori, produsul de sinteză, organizarea peretelui celular, formațiuni microtubulare ș.a. Cele mai apropiate sunt algele de tipul *Coleochaete,* din care s-a făcut trecerea la formele terestre, descătușate de mediul acvatic. Prin dezvoltarea sporofitului au apărut probabil în Cambrian și Silurian primele cormofite (ferigile *Psilophytatae).*

7.7. ÎNCRENGĂTURA MYXOPHYTA (MIXOMICETE, CIUPERCI CU PLASMODIU)

Mixomicetele sunt plante heterotrofe saprofite, talul lor fiind un *plasmodiu* (vezi pag. 10) colorat diferit (alb, roșu, galben, brun etc.), limitat la exterior de o membrană de natură plasmatică. Plasmodiul nu prezintă o formă fixă, ci se mișcă amoeboid.

Sunt răspândite prin locurile umede și mai întunecoase din păduri, pe litieră, trunchiuri și cioate în curs de putrezire unde se hrănesc prin osmoză, putând îngloba și digera particule din materie animală și vegetală în descompunere.

La maturitate plasmodiile se deplasează spre lumină și se transformă în sporangi de diferite forme, în care prin meioză iau naștere spori haploizi (Fig. 7.17). Ajunși în condiții prielnice de umiditate, sporii germinează formând un fel de zoospori *(mixomonade)* mai adesea biflagelați, care prin resorbția flagelilor pot deveni *mixamoebe*. Atât mixomonadele cât și mixamoebele se pot înmulți independent prin diviziune. Prin unirea a două mixamoebe sau mixomonade de sex diferit (+, –) ia naștere un zigot care se va dezvolta într-un nou plasmodiu. În condiții neprielnice (uscăciune) plasmodiul poate trece cu ușurință într-un stadiu închistat *(scleroțiu)*.

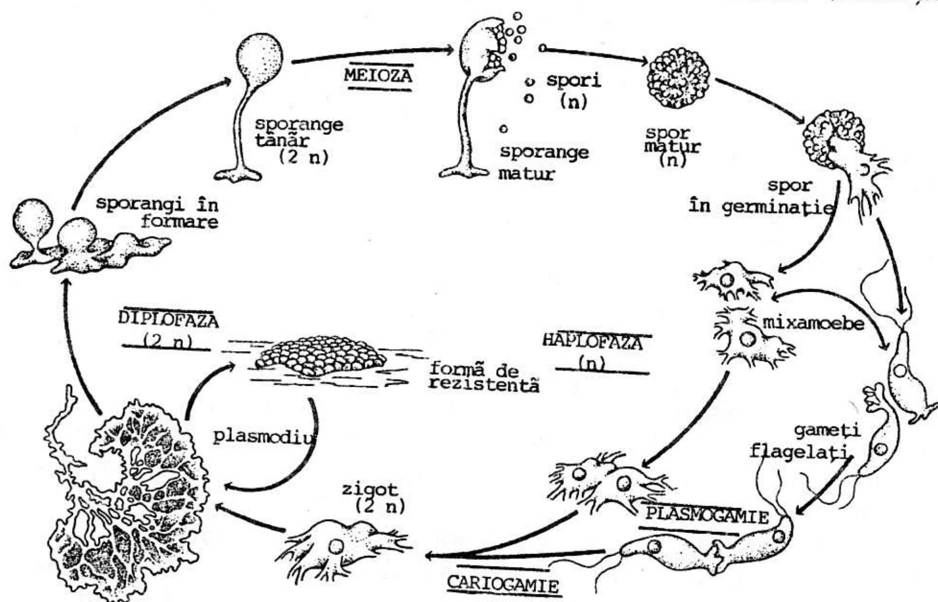


Fig. 7.17 — Ciclul de dezvoltare la mixomicete

Pe tulpini lemnoase putrede se întâlnesc *Fuligo septica*, al cărei plasmodiu este de culoare galbenă, și *Stemonitis fusca* de culoare brună.

Origine. Filogenie. Poziția sistematică a mixomicetelor este controversată, datorită asemănării lor atât cu plantele cât și cu animalele (prin mixamoebe și mixomonade). Acest grup își are probabil originea în

flagelatele incolore (heterotrofe) și prezintă unele asemănări cu ciupercile primitive.

7.8. ÎNCRENGĂTURA MYCOPHYTA (CIUPERCI, FUNGI)

Cuprinde talofite heterotrofe, saprofite și parazite, adaptate mediului terestru (puține mediului acvatic). Numărul lor este foarte mare, ridicându-se la cca 100 000 specii. Talul prezintă mare diversitate, determinată de gradul de evoluție (Fig. 7.18). Cele mai primitive au *talul unicelular (gimnoplast* sau *dermatoplast)*. La unele mai evoluate corpul vegetativ este un *sifonoplast*, constituit din filamente simple sau ramificate, neseptate, cu citoplasmă și numeroși nuclei. Ciupercile superioare au *talul pluricelular*, constituit din celule așezate cap la cap, alcătuind filamente simple sau ramificate numite *hife*. Din împletirea hifelor și a ramurilor lor rezultă *miceliul*, care reprezintă corpul lor vegetativ.

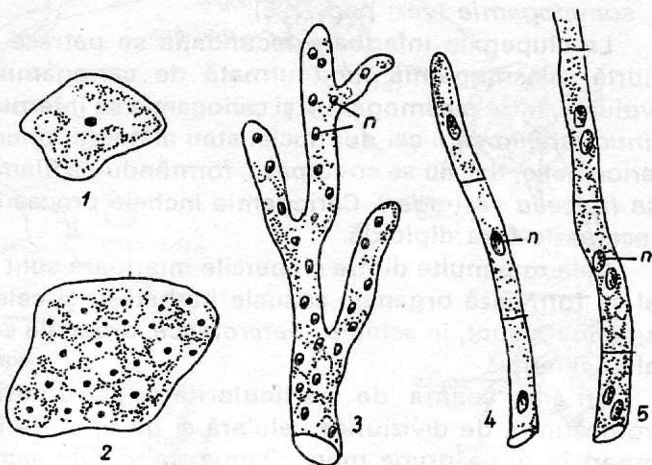


Fig. 7.18 — Organizarea talului la ciuperci: 1 - gimnoplast; 2 - plasmodiu; 3 - sifonoplast; 4 - miceliu primar; 5 - miceliu secundar; n - nucleu

Hifele miceliene pot forma prin îngrămădirea lor țesuturi false numite *plectenchimuri*. Când hifele se împletesc mai lax, constituie *prosoplectenchim*, iar când sunt mai strânse, *paraplectenchim* sau *pseudoparenchim*. Uneori țesuturile false se specializează pentru diferite funcțiuni (de protecție, conducere, mecanice etc.).

Sub raport structural, celula ciupercilor prezintă un perete alcătuit din chitină, celuloză, glucani ș.a. Conținutul celular este alcătuit din protoplasmă, în care se află unul sau mai mulți nuclei, precum și alți constituenți (mitocondrii, substanțe ergastice etc.). Nucleii sunt mici, cu nucleol și aparat cromozomial alcătuit din 2–4 cromozomi. Celulele cu un singur nucleu sunt caracteristice *miceliului primar*, iar cele cu doi nuclei *miceliului secundar* (Fig. 7.18).

Ciupercile mai au și organe speciale de rezistență: *strome, scleroți, rizomorfe*.

Nutriția ciupercilor este heterotrofă, unele fiind *parazite*, iar altele *saprofite* (produși de rezervă – mai ales glicogen și lipide). Ciupercile parazite se pot dezvolta în interiorul gazdei (endoparazite) sau la suprafața acesteia (ectoparazite), procurându-și hrana cu ajutorul unor formațiuni numite *haustori*.

Înmulțirea ciupercilor se poate face pe cale *vegetativă, asexuată* și *sexuată.*

Înmulțirea vegetativă are loc prin fragmente de miceliu ce se separă formând noi indivizi, prin înmugurire *(blastospori)* sau porțiuni de miceliu învelite cu un perete rezistent *(artrospori).*

Înmulțirea asexuată se face prin *endospori* și *exospori.* Sporii exogeni *(conidiile)* se formează la extremitatea unei hife simple sau ramificate, care servesc ca suport, numite *conidiofori.* Unele ciuperci produc *zoospori.*

Înmulțirea sexuată poate fi *gametogamie, oogamie, gametangiogamie* și *somatogamie* (vezi pag. 125).

La ciupercile inferioare fecundația se petrece într-o perioadă relativ scurtă, plasmogamia fiind urmată de cariogamie, în timp ce la cele evoluate, între plasmogamie și cariogamie se interpune *dicariofaza* sau *faza binucleată,* în care cei doi nuclei stau alăturați, uneori se și divid simultan cariocinetic, dar nu se contopesc, formându-se filamente cu celule binucleate *(miceliu secundar).* Cariogamia încheie procesul de fecundație și face trecerea la faza diploidă.

Cele mai multe dintre ciupercile inferioare sunt *homotalice* (pe același tal se formează organele sexuale bărbătești și cele femeiești). Ciupercile superioare sunt, în schimb, *heterotalice,* organele sexuale formându-se pe taluri diferite.

Ținând seama de particularitățile structurilor celulare (perete, cromozomi), de diviziunea celulară și de tipul de înmulțire, ciupercile se împart în două grupe mari: *Oomycota* și *Eumycota.*

DIVIZIUNEA OOMYCOTA

Reprezintă o unitate sistematică relativ restrânsă, din aproape 600 specii, caracterizată prin tal de tip sifonoplast polienergidic (coenocitic), ramificat, puține specii au talul unicelular. Peretele celular este constituit din celuloză ori polimeri asemănători acesteia, lipsind chitina prezentă la eumicote. Cromozomii diferă de asemenea de cei de la eumicote, fiind mai puțin condensați, după cum diferă și diviziunile celulare (mitoza și meioza), în desfășurarea cărora este prezent fusul extranuclear de diviziune și centriolii.

Înmulțirea asexuată se face prin zoospori, iar cea sexuată printr-o gametangiogamie caracteristică. Unele dintre oomicote sunt adaptate mediului acvatic *(Saprolegnia),* iar altele mediului terestru, deși mai formează zoospori mobili, fiind legate de un mediu mai umed *(Phytophthora).*

Saprolegnia (fam. Saprolegniaceae) cuprinde specii saprofite pe resturi de plante sau cadavre de animale mici (insecte, pești) acvatice, formând la suprafața acestora un păienjeniș de hife, cu aspect de mucegai.

Zoosporii biflagelați iau naștere în zoosporangi alungiți. După eliberarea lor în apă, zoosporii pot trece prin faze de închistare, iar în final formează prin germinare noi micelii (Fig. 7.19).

Oogoanele și anteridiile sunt generate pe ramurile aceluiași individ (oomicotă homotalică), meioza având loc în aceste formațiuni (Fig. 7.19).

Oosferele din oogon sunt fecundate de nucleii anteridiei, care ajung la acestea prin tuburi de germinație. Din oosporii formați iau naștere prin germinare hife diploide. Unele specii ale genului *Saprolegnia* se pot dezvolta și pe pești vii debilitați, ca și pe icrele depuse, producând micoze. Un alt gen care provoacă boli peștilor este *Achlya*, cu mai multe specii heterotalice.

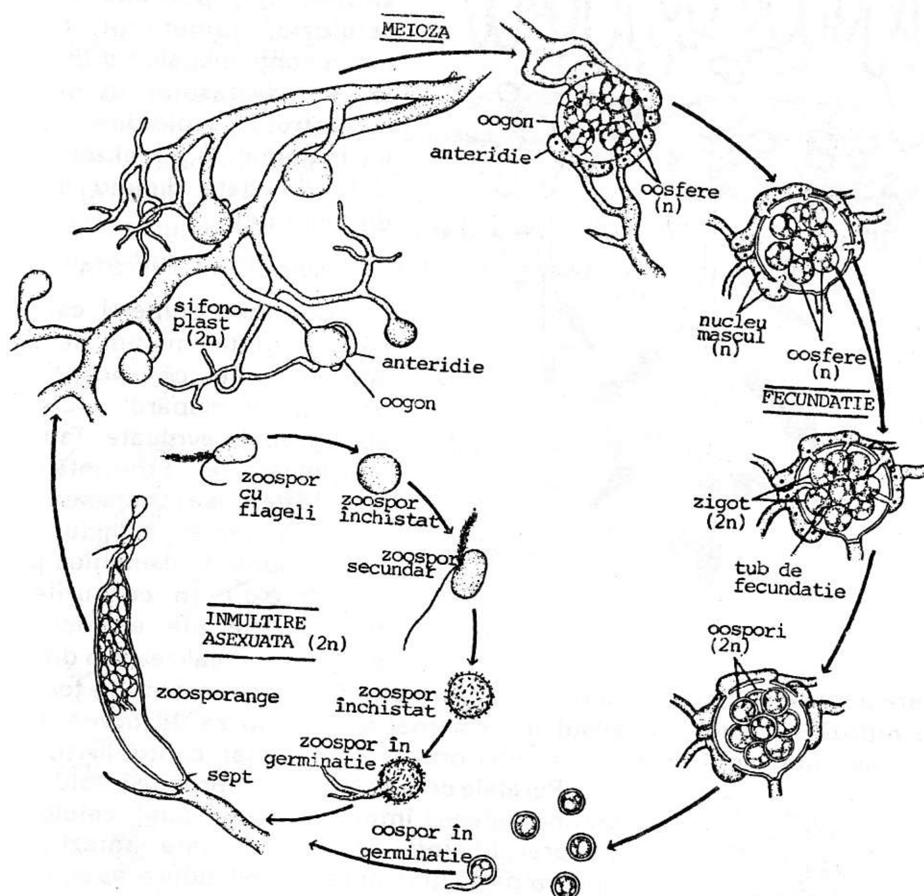


Fig. 7.19 — Ciclul de dezvoltare la Saprolegnia

Phytophthora fagi (fam. Peronosporaceae) provoacă boala numită mana plantulelor de rășinoase și foioase. Miceliul se dezvoltă intercelular în țesuturile plantei gazdă, nutrindu-se prin intermediul unor haustori ce pătrund în celulele vii. Prin stomate ies la exterior sporangiofori solitari ramificați, purtători de sporangi în formă de lămâie. Sporangii se desprind de pe ax și, în condiții de umiditate, pot germina direct, infectând plantele, sau mai întâi dau naștere la un număr mare de zoospori biflagelați, capabili de asemenea de infecție. O altă specie *P. infestans* (Fig. 7.20) produce mana cartofului, al cărei ciclu de dezvoltare se aseamănă cu cel al speciei *P. fagi*.

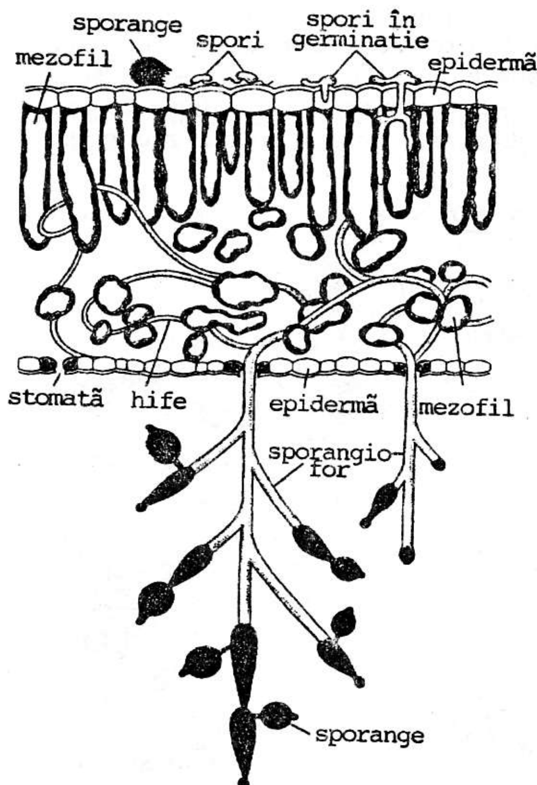


Fig. 7.20 — Phytophthora infestans

Origine. Filogenie. Oomicotele s-au desprins, probabil, din flagelatele aurii filamentoase ca *Vaucheria* (cls. *Xanthophyceae*), cu care se aseamănă prin talul sifonoplast, peretele celular celulozic, gametangi, flageli heteroconți (inegali) ş.a. Evoluția lor s-a desfăşurat în direcția heterotrofiei, a pierderii flagelilor la gameți și a realizării unui ciclu de viață diploid (plante diplobionte).

DIVIZIUNEA EUMYCOTA

Cuprinde ciuperci care au părăsit treptat mediul de viață acvatic, astfel că zoosporii și gameții au dispărut progresiv spre grupele evoluate. Talul lor (corpul vegetativ) prezintă toate tipurile descrise la caracterizarea generală a încrengăturii (unicelular, sifonoplast, filamentos pluricelular etc.). În corpurile de fructificație ale eumicotelor evoluate se realizează o diferențiere avansată a talului, cu o specializare prin formarea unor false țesuturi. În mitoză și meioză învelișul nuclear mai adesea nu se destramă. Fusul de diviziune se formează în interiorul nucleului, iar centriolii lipsesc.

Peretele celular cuprinde aproape întotdeauna chitina (adesea împreună cu glucani), celuloza în general lipsind. Modul de viață parazitară a determinat la unii reprezentanți reducerea completă a peretelui celular, astfel că protoplaștii au devenit în mod secundar nuzi (gimnoplaști).

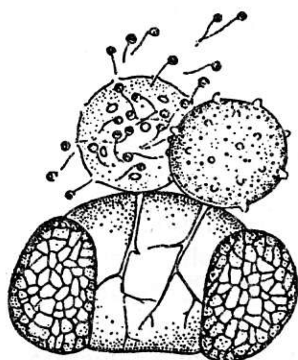


Fig. 7.21 — Rhizophydium pollinis: zoosporangi cu zoospori și miceliu rizoidal pe un grăuncior de polen de pin

CLASA CHYTRIDIOMYCETES

Se caracterizează prin tal unicelular uninucleat sau tal sifonoplast. Gameții și zoosporii sunt uniflagelați. Sub raport biochimic stau foarte aproape de restul eumicotelor, de la care se abat doar prin tipul de mitoză și meioză, asemănător celui de la oomicote.

Cele mai multe specii trăiesc în apă sau parazite în corpul plantelor gazdă.

Rhizophydium pollinis (Fig. 7.21) este o specie parazită pe grăuncioriide polen căzuți în apă ai pinului și bradului, procurându-și hrana din interiorul lor cu ajutorul unui miceliu rizoidal unicelular. Partea exterioară a talului se transformă într-un zoosporange în care se formează zoospori uniflagelați, capabili să genereze noi indivizi. Sexuat se înmulțește prin izogamie.

CLASA ZYGOMYCETES

Grupează mai ales ciuperci cu tal sifonoplast polienergidic, care se înmulțesc prin spori imobili (aplanospori) și sexuat prin gametangiogamie.

Mucor mucedo (fam. Mucoraceae), mucegaiul alb, este o ciupercă saprofită cu un miceliu bogat, răspândit pe substrat sub forma unei pâsle. De pe hifele miceliene se ridică vertical sporangiofori cu sporangi globuloși în care se formează *spori plurinucleați (spori de diseminare).*

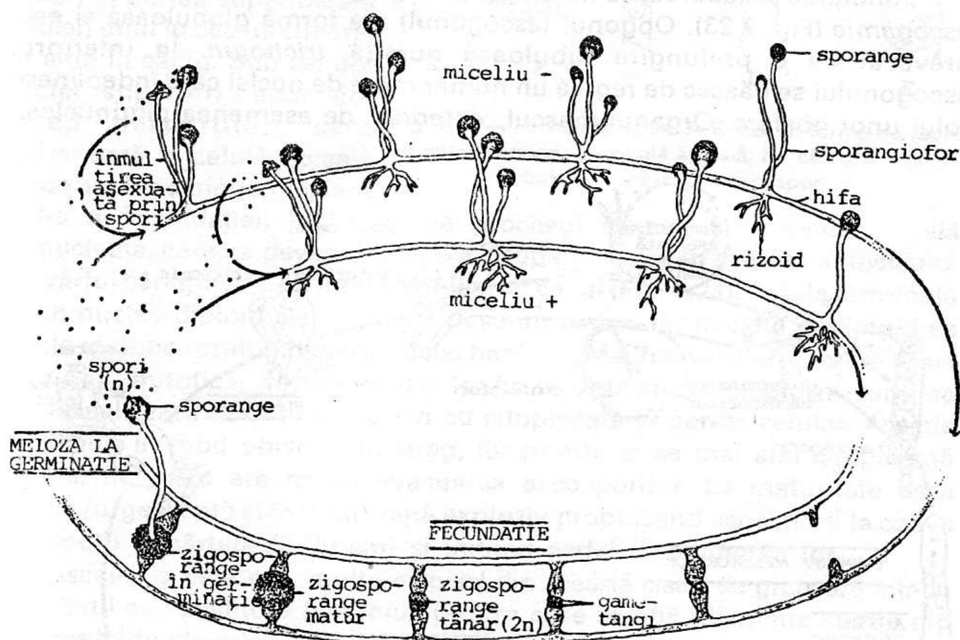


Fig. 7.22 — Ciclul de dezvoltare la Rhizopus

În condiții nefavorabile de nutriție, are loc înmulțirea sexuată prin *izogametangiogamie,* în urma căreia rezultă un zigosporange cu numeroși nuclei diploizi *(zigospori),* prevăzut cu un perete gros și rezistent. La germinarea zigosporangelui ia naștere un sporange cu spori haploizi (spori de germinare), diferențiați fiziologic (50% sunt cu + și 50% sunt cu –).

Rhizopus nigricans (mucegaiul negru) are sporangii de culoare neagră (Fig. 7.22).

CLASA ASCOMYCETES (CIUPERCI CU BURDUF)

Sunt ciuperci evoluate, cu talul filamentos, simplu sau ramificat, format din celule așezate cap la cap, separate de pereții transversali, mai rar talul este unicelular (la drojdii). Pereții transversali (septele) ai celulelor din filamente prezintă însă câte un por în regiunea mediană a septului, astfel că citoplasma și nucleii pot migra dintr-o celulă în alta. Celulele ce alcătuiesc hifele miceliului primar sunt haploide uninucleate, reprezentând faza de lungă durată, iar cele ale miceliului secundar sunt haploide binucleate (faza dicariotică). Se înmulțesc asexuat prin spori exogeni (conidii, oidii) formați la capătul unor conidiofori sau prin *picnospori* ce iau naștere în interiorul unor cavități formate din hife afundate în substrat *(picnidii)*. În condiții nefavorabile pot forma spori de rezistență cu pereții groși *(chlamidospori), strome,* (îngrămădiri de hife bogate în rezerve nutritive) și *scleroți* (formați din hife strâns împletite între ele).

Înmulțirea sexuată este o heterogametangiogamie caracteristică, numită *ascogamie* (Fig. 7.23). Oogonul (ascogonul) are formă globuloasă și este prevăzut cu o prelungire tubuloasă numită *trichogin*. În interiorul ascogonului se găsesc de regulă un număr mare de nuclei care îndeplinesc rolul unor oosfere. Organul mascul, *anteridia,* de asemenea plurinucleat,

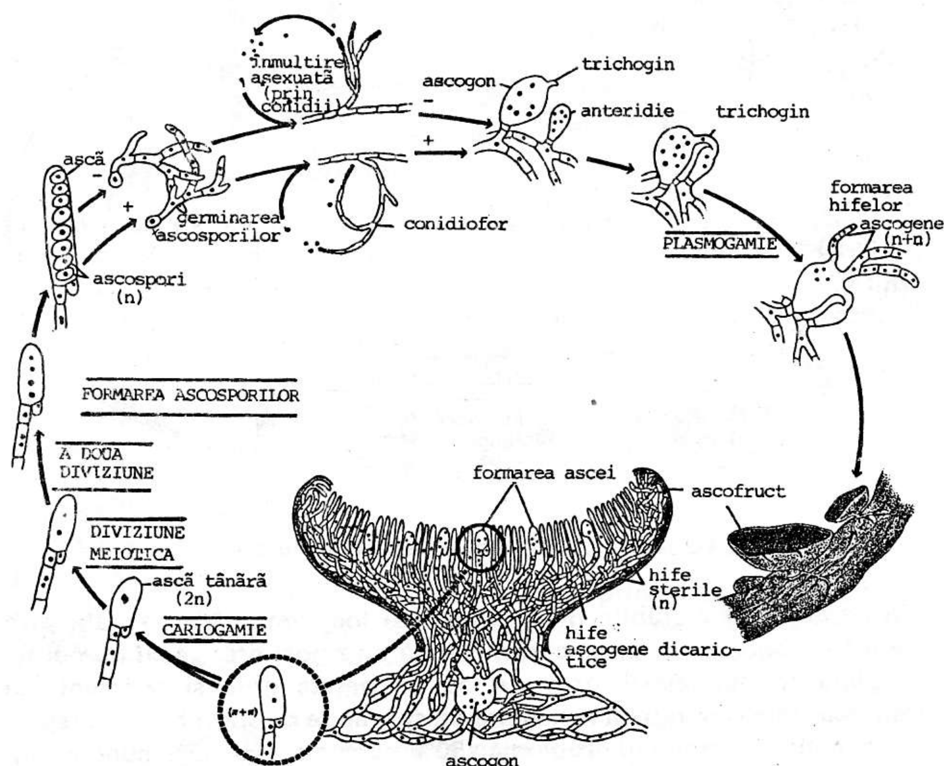


Fig. 7.23 — Ciclul de dezvoltare la o ciupercă ascomicetă

se formează în apropierea ascogonului (pe miceliul primar ca și acesta, dar de alt sex). Fecundația comportă două faze distincte, delimitate în timp. Astfel, mai întâi prin trichogin trece în ascogon întreg conținutul anteridiei, se amestecă citoplasmele (faza I – plasmogamia), iar nucleii se alătură câte doi formând perechi (dicarioni). Din ascogonul fecundat iau naștere de obicei hife ascogene (Fig. 7.23) pluricelulare, cu câte o pereche de nuclei în fiecare celulă. Aceste hife se dezvoltă prin diviziuni celulare, generându-se astfel filamente care reprezintă faza dicariotică din ciclul de dezvoltare al ascomicetelor. Celula terminală a hifelor ascogene, prin curbarea vârfului ei, formează un cârlig (Fig. 7.24). Cei doi nuclei se divid simultan ecvațional, rezultând patru nuclei haploizi; doi rămân în partea superioară a celulei, unul în cea inferioară, iar altul în cârlig. Sub cei doi nuclei superiori, apar doi pereți despărțitori care delimitează o celulă apicală (unde are loc cariogamia, faza a II-a a fecundației, încheindu-se procesul sexual) și o celulă bazală uninucleată, care va deveni binucleată după trecerea în aceasta a nucleului din vârful cârligului, prin intermediul unui canal (Fig. 7.24). Celula terminală cu un nucleu diploid se alungește devenind *ască*, iar nucleul ei diploid se divide meiotic rezultând patru nuclei haploizi. Mai frecvent urmează o nouă diviziune mitotică, formându-se în final opt nuclei haploizi care se individualizează în opt ascospori cu citoplasmă și perete celular. Aceștia se dispun în mod obișnuit în șirag, iar printre ei se mai află citoplasmă (epiplasmă) care are rol în evacuarea ascosporilor. La maturitate asca devine turgescentă și în final crapă exploziv propulsând ascosporii la câțiva centimetri depărtare (2–30 cm) și inițiind astfel diseminarea lor.

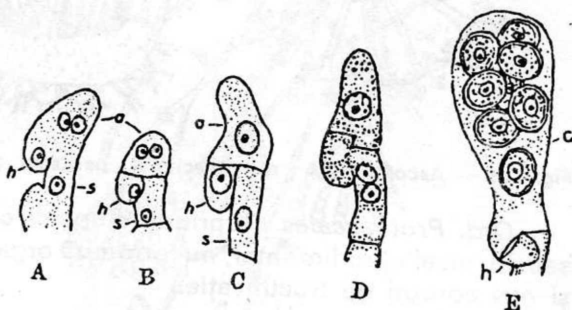


Fig. 7.24 — Formarea ascei: A–E faze în formarea ascei cu opt ascopsori; a - celulă apicală; h - cârlig; s - celulă bazală; c - ască cu ascospori

Ascele, la cele mai multe ciuperci din această clasă, se grupează într-un strat fertil ce constituie *himeniul;* printre asce se află filamente sterile din hife haploide ale miceliului primar numite *parafize*. Himeniul cu asce este protejat de un înveliș din hife sterile, de asemenea haploide, care formează un corp de fructificație sau *ascofruct*. Se deosebesc la diferite ascomicete, în raport cu forma și structura lor, următoarele tipuri de ascofructe (Fig. 7.25): *cleistotecii* (formațiuni închise, eliberarea ascelor se realizează prin ruperea pereților corpului de fructificație), *peritecii* (în formă de butelie, eliberarea ascelor se face printr-un orificiu terminal) și *apotecii* (larg deschise în formă de cupă sau de disc, cu picior sau sesile).

Ascomicetele cuprind peste 18 000 de specii, dintre care multe parazitează plantele și animalele provocând micoze păgubitoare; unele sunt saprofite având importanță industrială, altele sunt comestibile.

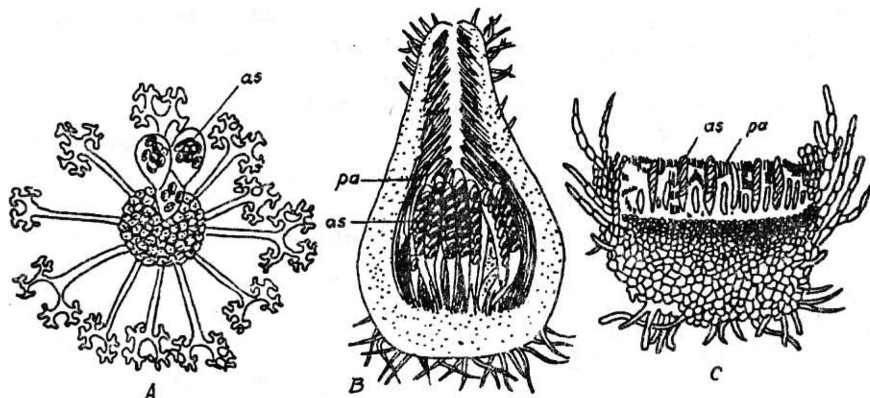


Fig. 7.25 — Ascofructe: A - cleistoteciu; B - periteciu; C - apoteciu; as - asce; pa - parafize

Ord. Protoascales. Cuprinde ciuperci cu tal unicelular dermatoplast sau cu miceliul rudimentar; nu formează organe de reproducere diferențiate și nici corpuri de fructificație.

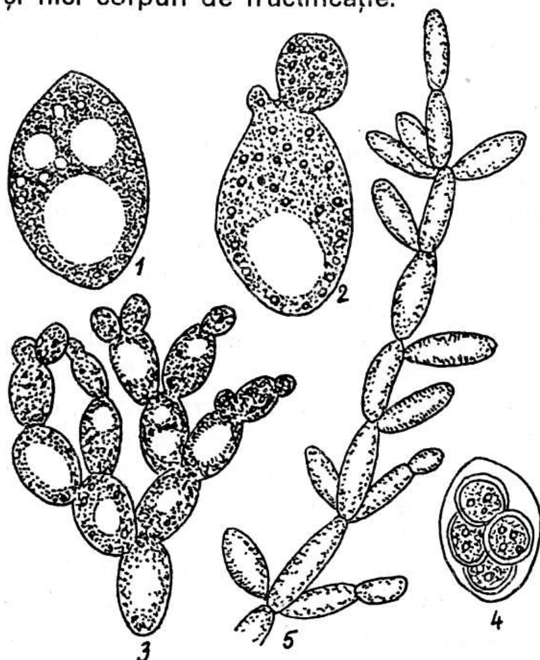


Fig. 7.26 — Saccharomyces cerevisiae: 1, 2 - tal unicelular; 3 - colonie rezultată prin înmugurire; 4 - ască; 5 - *S. ellipsoideus*

Saccharomyces cerevisiae (drojdia de bere) (fam. *Saccharomycetaceae*) descompune hexozele printr-un proces de fermentație alcoolică. Prezintă un tal unicelular, care prin înmugurire poate forma colonii (Fig. 7.26). În condiții nefavorabile celulele drojdiei se pot transforma partenogenetic în câte o ască cu 4 ascospori (uneori formarea ascei este precedată de copularea a două celule).

Acestui ordin îi mai aparțin *Saccharomyces ellipsoideus* (care produce fermentația vinului), *Endomyces, Torula, Torulopsis* (saprofite în scurgerile de sevă ale arborilor) etc.

Ord. Plectascales (Eurotiales). Sunt ciuperci saprofite sau parazite, cu miceliu din hife pluricelulare ramificate, ce formează mucegaiuri. Se înmulțesc asexuat prin conidii dispuse în șiraguri pe celulele conidiogene ale unor conidiofori simpli (la *Aspergillus* – Fig. 7.27) sau ramificați în formă de penel (la *Penicillium* – Fig. 7.27). Corpii de fructificație sunt cleistotecii cu asce dispuse neregulat.

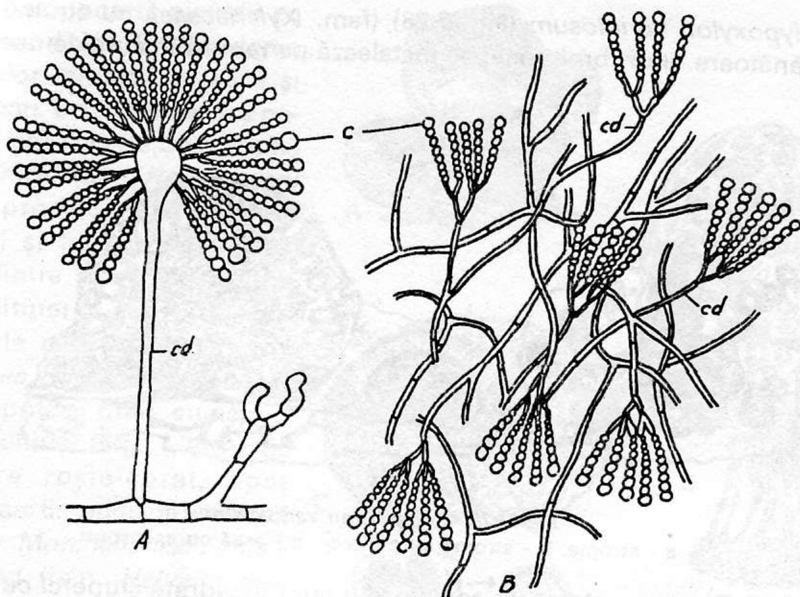


Fig. 7.27 — Aspergillus (A) și Penicillium (B): cd - conidiofori; c - conidii

Ord. Erysiphales. Se caracterizează prin reprezentanți cu miceliu filamentos de culoare albă, formând pe suprafața organelor atacate o pâslă fină, făinoasă. Se înmulțesc asexuat prin conidii dispuse în șiraguri pe conidiofori scurți. Ascofructele sunt cleistotecii sferice cu pereți rezistenți, prevăzuți cu *apendici* (*fulcre*) simpli sau ramificați în diferite moduri. Produc boli numite făinări: *Microsphaera alphitoides* (Fig. 7.25 A) – făinarea stejarului, *Uncinula aceris* – făinarea acerineelor, *Phyllactinia suffulta* – făinarea frasinului și a altor specii.

Ord. Nectriales. Reunește familii de ciuperci saprofite și parazite care de obicei produc, prin împletirea strânsă a hifelor, strome viu colorate în cuprinsul cărora se dispun peritecii cărnoase cu aspect de butelie. Înmulțirea asexuată se face prin conidii sau picnospori.

Nectria galligena provoacă pe ramurile diferitelor specii lemnoase (carpen, tei, alun, fag) răni canceroase. *N. cinnabarina* se instalează pe ramurile debilitate ale unor arbori (fag, glădiță etc.), producând strome cu aspect de pustule, de culoare roșie. *Polystigma rubrum* are strome de culoare portocalie până la roșie (pe frunzele unor specii de *Prunus*).

Ord. Xylariales. Cuprinde ciuperci saprofite sau parazite, ale căror ascofructe au forma unor butelii cu gât alungit (rostru), prevăzut cu un orificiu.

Pe ramuri de fag (și alte foioase) în curs de uscare se întâlnește *Diatrype stigma* (fam. *Diatrypaceae*), care se recunoaște după stroma brună negricioasă, crustoasă.

Hypoxylon variolosum (Fig. 7.28) (fam. *Xylariaceae),* cu strome negre, asemănătoare unor broboane, se instalează pe ramuri în curs de uscare etc.

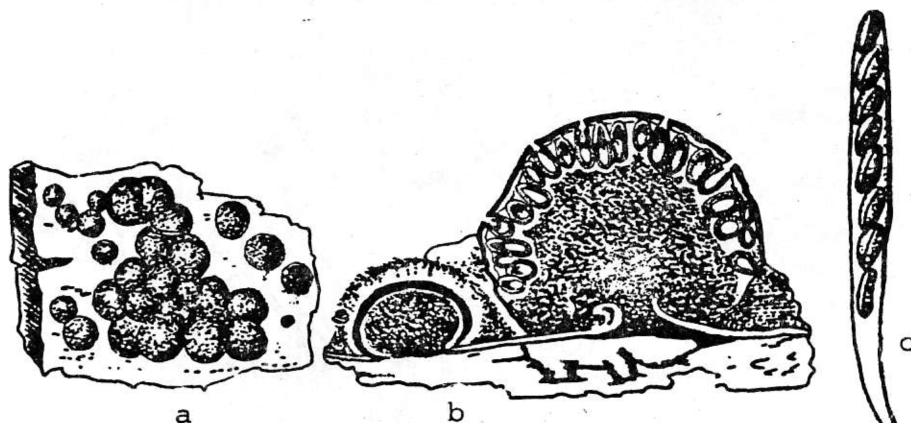


Fig. 7.28 — Hypoxilon variolosum:
a - strome; b - stromă cu peritecii, c - ască cu ascospori

Ord. Discomycetales. În acest ordin sunt încadrate ciuperci cu corp de fructificație apoteciu (Fig. 7.25 C) foarte diferit ca formă (disc, cupă), consistență (cărnoasă, membranoasă) și dimensiuni, ordin din care diferiți autori, luând în considerare și caracterele ascelor, au individualizat mai multe ordine de sine stătătoare.

Foarte comună pe frunzele acerineelor (paltin, jugastru, arțar etc.) este *Rhytisma acerinum* (fam. *Phacidiaceae)* ale cărei strome, negre și tari la

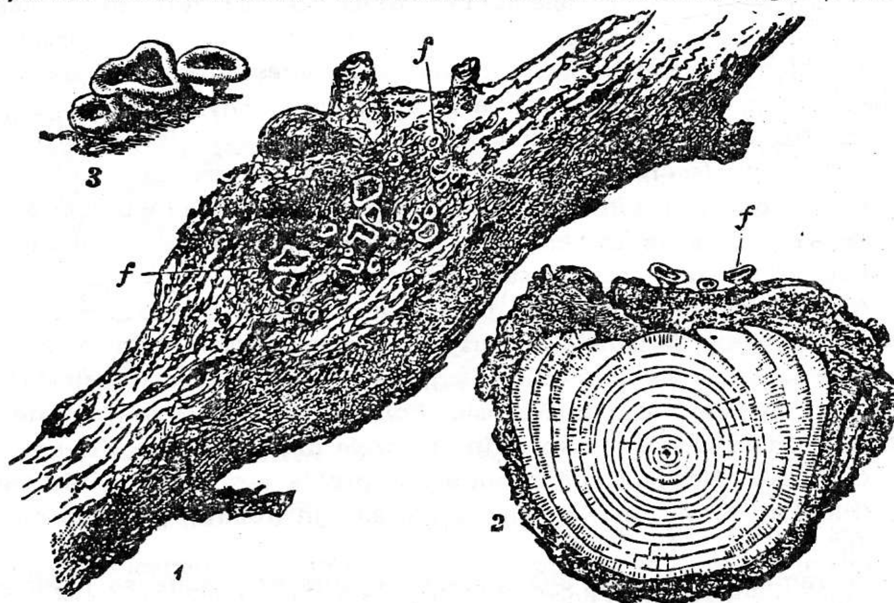


Fig. 7.29 — Dasyscypha willkommii: 1, 2 - ramură cu cancer (1 - văzută din față, 2 - în secțiune, f - apotecii); 3 - apotecii mărite

maturitate, poartă picnidii cu picnospori, iar după căderea frunzelor apotecii cu asce și ascospori. Cel mai periculos parazit al laricelui este *Dasyscypha willkommii* (fam. *Helotiaceae)* care produce cancere pe ramuri și tulpini (Fig. 7.29). Una dintre cele mai decorative ciuperci saprofite din pădurile noastre este *Peziza coccinea* (fam. *Pezizaceae)*, ale cărei apotecii mari, cu aspect de urechiuși (Fig. 7.30 A) de culoare roșie-coral, apar primăvara timpuriu pe vreascuri umede. *Morchella esculenta* – zbârciog (fam. *Helvellaceae)* are ascofruct comestibil (Fig. 7.30 B), de forma unei căciuli stipitate, cu zona fertilă (himenială) din alveole adânci. Cu zona fertilă sub forma unor zbârcituri întortocheate este *Gyromitra esculenta.*

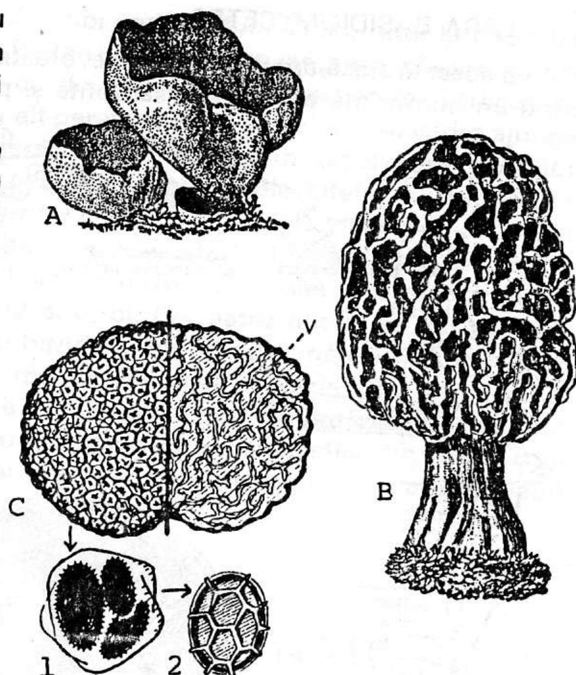


Fig. 7.30 — Corpi de fructificație: A - la *Peziza;* B - la *Morchella;* C - la *Tuber,* cu o secțiune evidențiind rețeaua (v) purtătoare de asce; I - ască cu ascospori; 2 - ascospor mărit

Ord. Tuberales. Sunt ciuperci saprofite sau simbiotice (micoritice), răspândite mai ales în solul pădurilor de stejar. Prezintă ascocarpi globuloși (Fig. 7.30 C) („ trufe"), asemănători unor tuberculi, foarte apreciați pentru calitățile lor alimentare *(Tuber cibarium, T. brumale* etc.).

Ord. Taphrinales. Grupează ciuperci parazite lipsite de ascofruct; ascele se formează la suprafața organului parazitat, sub cuticulă. Prezintă micelii cu celule binucleate, deosebindu-se prin acest caracter de celelalte ascomicete. Înmulțirea asexuată se face prin conidii, iar cea sexuată prin somatogamie, lipsind complet organele de reproducere și apropiindu-se astfel de bazidiomicete.

Taphrina pruni (hurlupi) parazitează ovarele florilor de prun, provocând o deformare a fructelor. Hifele ciupercii se fragmentează în celule care constituie fiecare câte un chlamidospor binucleat, apoi, după cariogamie, uninucleat. Prin dezvoltarea chlamidosporilor iau naștere ascele cu câte 8 ascospori (4 cu + și 4 cu –), iar prin germinarea acestora se formează grupe de conidii levuriforme. Conidiile de sexe diferite copulează, formând un zigot dicariotic (are loc numai plasmogamia), din care prin germinare rezultă miceliul dicariotic. Unele specii de *Taphrina* produc deformări ale ramurilor și „mături de vrăjitoare" *(T. epiphylla* – la anini).

CLASA BASIDIOMYCETES

La această clasă aparțin cele mai evoluate dintre ciuperci, reprezentate printr-un număr mare de specii saprofite și parazite pe plante ierboase și

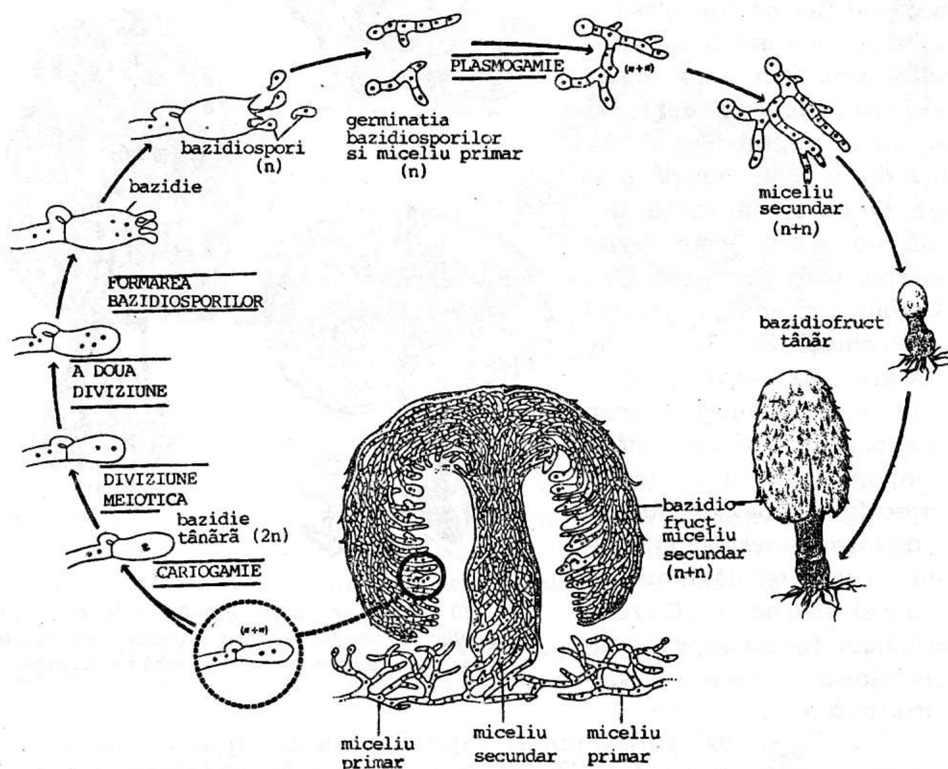


Fig. 7.31 — Ciclul de dezvoltare la o ciupercă bazidiomicetă

lemnoase. Prezintă un organ sporifer, *bazidia*, care formează bazidiospori. Ciclul lor de dezvoltare este destul de complicat. Prin germinarea bazidiosporilor (+ și –) iau naștere *micelii primare,* de asemenea de sexe diferite (+ și –), alcătuite din hife celulare uninucleate (Fig. 7.31). Înmulțirea sexuată este somatogamie între celule ale miceliilor primare, având ca rezultat o celulă dicariotică (se realizează numai plasmogamia). Din celula binucleată se vor forma hife dicariotice perene, care spre deosebire de cele ale ascomicetelor, sunt deci de lungă durată, alcătuind *miceliul secundar* (Fig. 7.32). Aceste micelii sunt reprezentate prin hife întotdeauna septate, fiecare sept având o perforație centrală, cu marginile umflate (Fig. 7.33) numită *dolipor.* De fiecare parte a doliporului, citoplasma este delimitată prin calote membranoase, care încadrează ca niște paranteze perforația, de unde le vine și numele de *parentosomi.* La geneza acestui miceliu, în timpul fiecărei diviziuni (începând cu prima celulă), ia naștere câte un cârlig lateral (Fig. 7.32). Cei doi nuclei din celulă se divid simultan, rezultând patru

nuclei care se repartizează astfel: doi spre vârful celulei, unul la bază, iar al patrulea pătrunde în cârlig. Partea bazală, cu un singur nucleu, a celulei se separă de cea superioară, cu doi nuclei, printr-un perete. Cârligul se delimitează de celulă printr-un alt perete. Ulterior, nucleul din cârlig ajunge în celula bazală prin apropierea acestuia și prin dizolvarea pereților despărțitori. În zonele fertile, celulele terminale ale hifelor dicariotice se alungesc, iar cei doi nuclei fuzionează (cariogamie), încheindu-se astfel procesul sexual. Celula alungită cu nucleu diploid este o *probazidie*, iar după ce nucleul se divide de două ori (prima diviziune este reducțională) devine *bazidie* (Fig. 7.31 și 7.32 a, b, c). Cei patru nuclei se vor deplasa în câte o evaginație a peretelui bazidiei, unde împreună cu citoplasmă se vor constitui în *bazidiospori*, mai adesea susținuți de câte un pedicel (*sterigmă*). Bazidiile pot rămâne cu o singură cavitate *(holobazidii)* sau pot fi septate prin pereți despărțitori *(fragmobazidii)*. Acestea din urmă sunt considerate de mulți autori mai evoluate decât primele, din care probabil au derivat.

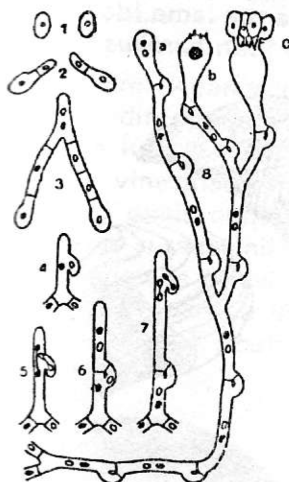


Fig. 7.32 — *Formarea miceliului dicariotic:* 1 - bazidiospori; 2 - bazidiospori în curs de formare a miceliilor primare; 3 - copularea a două celule de pe micelii diferite (+ –); 4–7 - faze în formarea miceliului dicariotic; 8 - miceliu secundar (dicariotic) cu bazidii (a, b, c - stadii în formarea bazidiei)

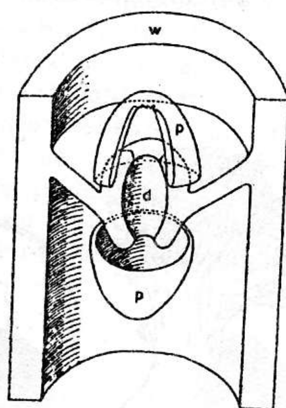


Fig. 7.33 — Peretele transversal (septul) la hifele dicariotice ale bazidiomicetelor (w - perete celular, d - dolipor, p - parentosom)

La unele ciuperci din această clasă, bazidiile sunt libere și izolate, la cele mai multe se constituie în *zone fertile (zone himeniale)* protejate de corpuri de fructificație. Himeniul cuprinde, pe lângă bazidii tinere și mature (Fig. 7.35 C), hife sterile cu nucleii degenerați și hife terminale de asemenea sterile ce îndeplinesc rol de protecție, secreție etc., denumite *cistide*.

Corpurile de fructificație (bazidiofructele) au mărimi diferite și forme specifice, fiind alcătuite numai din micelii dicariotice. Unele dintre hifele lor miceliene secundare suferă modificări citologice, specializându-se pentru diferite funcțiuni (susținere, protecție, depozitare, transport etc.).

Ținând seama de forma bazidiei, ciupercile din această clasă se împart în două subclase: *Homobasidiomycetidae*, cu bazidia întreagă, și *Heterobasidiomycetidae*, cu bazidia septată.

SUBCLASA HOMOBASIDIOMYCETIDAE (HOLOBASIDIOMYCETIDAE)

Cuprinde numeroase specii saprofite, micoritice (pe rădăcinile plantelor lemnoase și ierboase) și parazite.

Ord. Polyporales (Aphyllophorales). Prezintă himeniu dispus la exteriorul corpului de fructificație (gimnocarp), pe ramuri dese *(Ramaria botrytis* – fam. *Clavariaceae* – Fig. 7.34), pe formațiuni asemănătoare unor spinișori grupați pe fața inferioară a pălăriei *(Hydnum repandum* – fam. *Hydnaceae* – Fig. 7.34), în tubușoare susținute de un bazidiofruct cu aspect de consolă (Fig. 7.34) *(Fomes fomentarius* – fam. *Polyporaceae)* sau de crustă *(Merulius lacrymans* – fam. *Polyporaceae* – Fig. 7.34), mai rar pe lame (de la început nude) ale unor bazidiofructe în formă de pâlnie *(Cantharellus cibarius* – fam. *Cantharellaceae).*

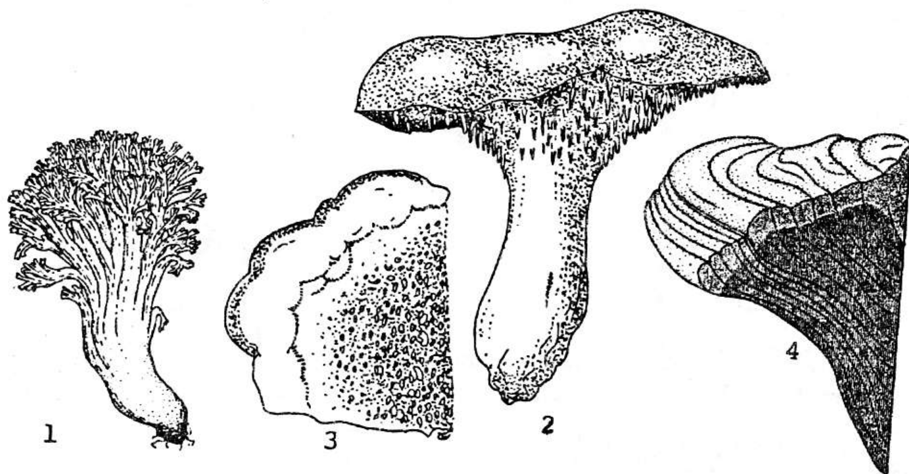


Fig. 7.34 — Bazidiofructe la Polyporales: 1. *Ramaria botrytis;* 2 - *Hydnum repandum;* 3 - *Merulius lacrymans;* 4 - *Fomes igniarius* (secționat)

Unele *homobazidiomicetide* nu formează corpuri de fructificație, ca de exemplu speciile genului *Exobasidium* (fam. *Exobasidiaceae)* care parazitează ericaceele montane (afin, smirdar etc.).

Ord. Agaricales. Se individualizează prin himeniu dispus pe lamelele unor bazidiofructe cu picior și pălărie, în tinerețe învelite de o membrană *(velum universale)* care se rupe pe măsura creșterii bazidiofructului rămânând frecvent la baza piciorului doar un rest de teacă *(volva)* (Fig. 7.35); unele agaricale prezintă și o a doua membrană *(velum parțiale)* care

acoperă lamelele tinere, iar mai târziu (la maturitatea bazidiosporilor) rupându-se, se păstreză doar ca un inel *(annulus)* pe picior și uneori ca franjuri *(cortina)* la marginea pălăriei.

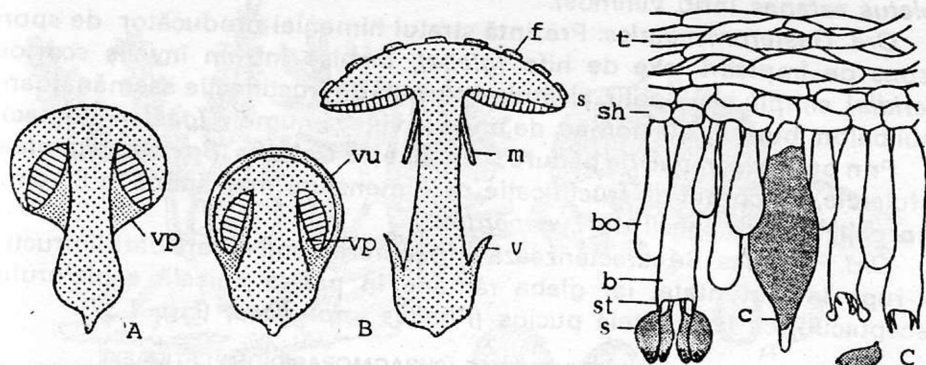


Fig. 7.35 — Bazidiofruct la Agaricales: A - cu velum parțiale; B - cu velum parțiale și universale; C - în stadiu matur; D - secțiune prin himeniu; vp - velum parțiale; vu - velum universale; f - solzi pe pălărie; m - inel; v - volva; b - bazidie; st - sterigmă; s - bazidiospori; bo - bazidie tânără; c - cistidă; sh - subhimeniu; t - tramă

Din fam. *Agaricaceae* prin păduri se întâlnesc ciuperci comestibile micoritice din genurile *Lactarius (L. piperatus* – bureți iuți – cu un latex alb-lăptos iute, *L. deliciosus* – râșcov – cu latex de culoare galbenă), *Russula* – vinecioare, hulubițe – de culoare vânătă până la roșietică etc., precum și unele comestibile parazite: *Armillaria mellea* – ghebe – pe trunchiurile și rădăcinile arborilor, *Pleurotus ostreatus* – păstrăvul fagului. Dintre ciupercile otrăvitoare frecvent întâlnite și periculoase, menționăm pe *Amanita muscaria* (muscarița), a cărei pălărie roșie este presărată cu solzi albi, și pe *A. phaloides* (buretele viperei) cu pălăria galben-măslinie.

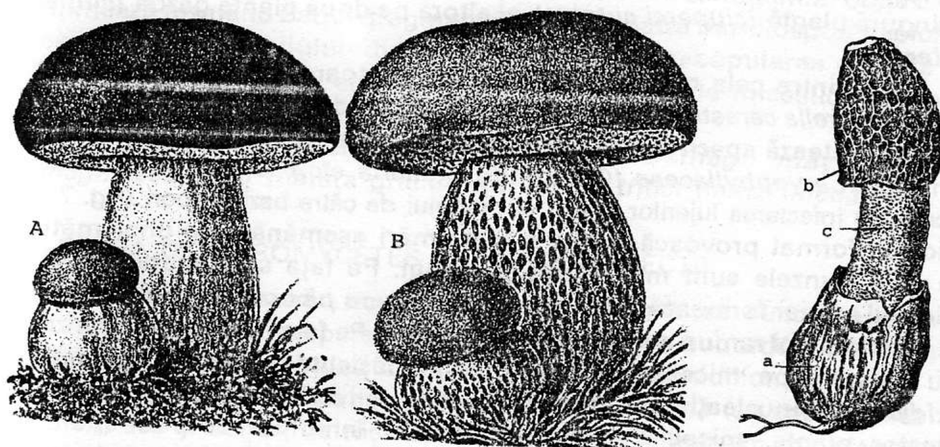


Fig. 7.36 — Boletus edulis (A), Boletus satanas (B)

Fig. 7.37 — Phalus impudicus: a - peridie; b - glebă; c - receptacul

Din fam. *Boletaceae*, care reunește ciuperci cu lamele himeniale anastomozate apărând ca niște tuburi, face parte ciuperca micoritică și comestibilă *Boletus edulis* (hrib, mănătarcă) (Fig. 7.36) și specia toxică *Boletus satanas* (hrib veninos).

Ord. Gasteromycetales. Prezintă stratul himenial producător de spori dispus pe împletiri laxe de hife *(gleba)*, închise într-un înveliș scorțos *(peridia)*, simplu sau dublu, alcătuind corpuri de fructificație asemănătoare unui balon, burduf sau stomac, de unde le vine și numele *(gaster*=stomac).

Prin poiene și rariști de pădure se întâlnește *Calvatia (Bovista) gigantea*, pufuletele, cu corpul de fructificație de dimensiuni mari (până la 50 cm). Prin pajiști cresc specii de *Lycoperdon*.

Ord. Phallales. Se caracterizează prin reprezentanți la care bazidiofructul se rupe la maturitate, iar gleba rămâne în partea apicală a piciorului (receptacul), ca la buretele pucios *(Phallus impudicus)* (Fig. 7.37).

SUBCLASA HETEROBASIDIOMYCETIDAE (PHRAGMOBASIDIOMYCETIDAE)

Cuprinde ciuperci cu bazidia fragmentată, reunite în patru ordine distincte: *Auriculariales, Tremellales, Uredinales* și *Ustilaginales*.

Primele două grupează ciuperci saprofite, adesea cu bazidiofructe de consistență gelatinoasă. În flora țării noastre sunt puțin reprezentate. *Auricularia sambucina* (ord. *Auriculariales)*, care crește pe ramuri bătrâne de soc, are bazidiofructe în forma unor pavilioane de urechi, iar *Tremella lutescens* (ord. *Tremellales)*, care vegetează pe trunchiuri de arbori, are bazidiile septate longitudinal.

Ord. Uredinales. Cuprinde ciuperci parazite obligate, fără corpuri fructifere distincte, cu bazidia septată transversal. Apar sub formă de pete mici (punctiforme) pe frunzele și tulpinile plantelor ierboase și lemnoase, producând boli numite rugini.

Ciclul biologic al unor uredinale se poate desfășura în întregime pe o singură plantă *(ciuperci autoice)*, al altora pe două plante gazdă *(ciuperci heteroice)*.

Una dintre cele mai răspândite și păgubitoare rugini heteroice este *Melampsorella cerastii* (mătura vrăjitoarelor la brad – fam. *Melampsoraceae)*, care parazitează specii din genul *Abies*, cea de a doua plantă gazdă fiind din fam. *Caryophyllaceae (Cerastium, Stellaria* etc.). Ciclul de dezvoltare începe cu infectarea lujerilor anuali ai bradului de către bazidiospori (Fig. 7.38). Miceliul format provoacă gâlme și deformări asemănătoare unor mături, pe care frunzele sunt mai scurte și gălbui. Pe fața superioară a acelor, miceliul primar formează *picnidii* punctiforme cu *picnospori* hialini capabili să infecteze noi ramuri sau exemplare de brad. Pe fața inferioară a frunzelor iau naștere, pe miceliul secundar, niște bășicuțe portocalii *(ecidii)* cu *ecidiospori* binucleați capabili să infecteze specii de cariofilacee. Pe frunzele acestor plante, miceliile generează pentru înmulțire corpuri sporifere *(uredosori)* cu *uredospori* care pot infecta alte cariofilacee, iar spre toamnă, corpuri sporifere *(teleutosori)* cu *teleutospori*. Prin germinarea teleutosporilor iau naștere fragmobazidii cu patru bazidiospori, care vor începe un nou ciclu.

Alte uredinale parazite pe plante lemnoase sunt: *Cronartium ribicola* (heteroică, pe pin strob și coacăz) și *Melampsora pinitorqua* (heteroică, pe pin silvestru și plop tremurător) etc.

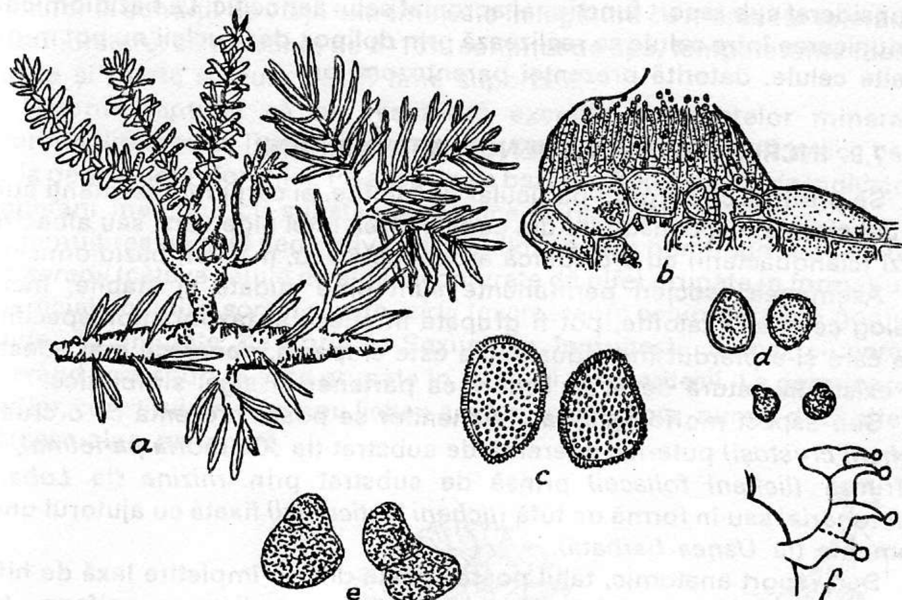


Fig. 7.38 — Melampsorella cerastii: a - ramură de brad infectată; b - picnidie cu picnospori; c - ecidiospori; d - uredospori; e - teleutospori; f - fragmobazidie cu bazidiospori

Ord. Ustilaginales. Sunt ciuperci parazite obligate, producând boli numite tăciuni și măluri. Pentru înmulțire, miceliul secundar, care predomină, se fragmentează, generând *chlamidospori* care servesc și ca elemente de rezistență. În chlamidospori în cele din urmă are loc cariogamia, după care germinează formând bazidii fragmentate cu câte patru bazidiospori haploizi. Reconstituirea miceliului dicariotic are loc prin copularea directă a bazidiosporilor sau prin somatogamie între celule ale miceliilor primare generate de aceștia.

Tăciunele porumbului este produs de *Ustilago maydis* (fam. *Ustilaginaceae)*, iar mălura grâului de *Tilletia tritici* (fam. *Tilletiaceae).*

CLASA DEUTEROMYCETES (FUNGI IMPERFECȚI)

Reunește un număr mare de ciuperci la care se cunoaște numai înmulțirea asexuată, gruparea în unități sistematice subordonate (ordine, familii) făcându-se mai ales după caracteristicile conidiilor.

Dintre genurile mai cunoscute menționăm *Phoma* (cu specii parazite pe lujeri, ace și conuri de rășinoase), *Cytospora, Fusarium* (pe plantulele de rășinoase) etc.

Origine. Filogenie. Cele dintâi eumicote cu tal cenocitic, asemănătoare zigomicetelor actuale, se cunosc ca urme fosile din perioada siluriană, fiind

asociate primelor plante vasculare. Evoluția a mers în direcția formării unor pereți transversali, care la ascomicete mai păstrează un por central, astfel că nucleii pot trece dintr-o celulă în alta, prin urmare miceliul lor poate fi considerat sub raport funcțional apropiat celui cenocitic. La bazidiomicete comunicarea între celule se realizează prin dolipor, dar nucleii nu pot migra în alte celule, datorită prezenței parentozomilor.

7.9. ÎNCRENGĂTURA LICHENOPHYTA (LICHENI)

Se prezintă ca un grup particular de talofite, ai cărui reprezentanți sunt unități simbiotice, constituite din conviețuirea unei alge verzi sau albastre-verzi (cianobacterii) cu o ciupercă ascomicetă sau, mai rar, bazidiomicetă.

Asemenea asocieri permanente sunt bine sudate și stabile, încât, analog celorlalte talofite, pot fi grupate în specii și taxoni supraspecifici. Cea care și-a pierdut individualitatea este ciuperca, deoarece mai adesea nu există în natură decât în lichen, ca partener al algei simbiotice.

Sub aspect morfologic, talul lichenilor se poate prezenta ca o crustă *(licheni crustoși)* puternic aderentă de substrat (la *Xanthoria parietina)*, ca o frunză *(licheni foliacei)* prinsă de substrat prin *rhizine* (la *Lobaria pulmonaria)* sau în formă de tufă *(licheni fruticuloși)* fixată cu ajutorul unor filamente (la *Usnea barbata)*.

Sub raport anatomic, talul poate consta dintr-o împletire laxă de hife, în cuprinsul căreia celulele algei (gonidii) sunt dispuse uniform *(tal homeomer)*, sau din câteva straturi diferențiate *(tal heteromer* – Fig. 7.39).

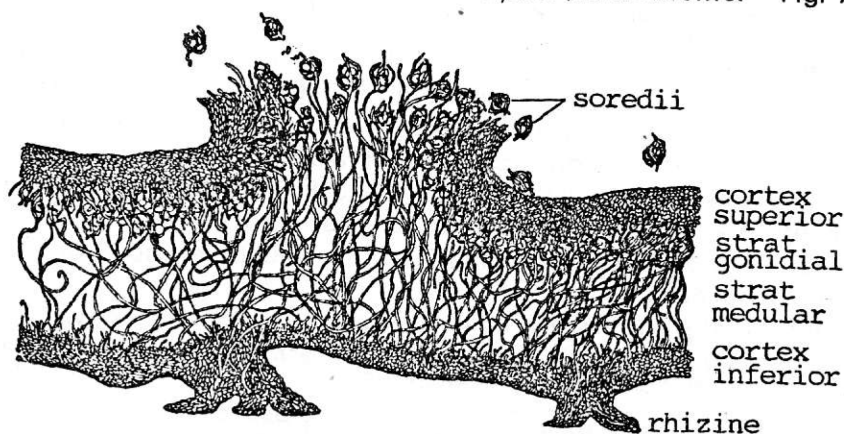


Fig. 7.39 — Tal heteromer la Lobaria (secțiune)

În cadrul acestei conviețuiri, alga, fototrofă, realizează sinteza compușilor organici, iar ciuperca adăpostește, așa cum s-a văzut, gonidiile și furnizează (cu ajutorul rhizinelor) apa cu săruri minerale, precum și unele enzime și vitamine. În lichenii cu partener autotrof o cianobacterie, alga realizează și fixarea azotului care, ajungând în sol, contribuie la îmbogățirea lui. Astfel

constituiți, lichenii sunt capabili să populeze cele mai austere stațiuni (tundră arctică, deșerturi, stânci etc.), adesea fiind pionierii ce declanșează pedogeneza și creează condiții pentru comunități mai complexe. Adaptarea lichenilor la condiții de viață extreme este în legătură cu marea lor toleranță la deshidratare; cu procente de 2–10% conținut de apă, temperaturile foarte ridicate și foarte scăzute pot fi bine suportate.

Datorită faptului că nu realizează excreția substanțelor minerale absorbite din mediu, lichenii devin foarte sensibili la compușii toxici, care duc la degradarea clorofilei. Pe aceasta se bazează folosirea lor ca indicatori ai poluării mediului cu substanțe chimice și radioactive.

Înmulțirea pe cale vegetativă a lichenilor se face prin fragmente de tal, prin *soredii* (câteva celule de algă înconjurate de hife) grupate în formațiuni superficiale numite *soralii* și prin *izidii* (excrescențe columnare din gonidii și hife, înconjurate de cortex). Sexuat se înmulțește numai ciuperca, generând ascospori în asce grupate în apotecii sau peritecii. La germinarea sporilor, constituirea unui nou lichen are loc, în acest caz, numai dacă hifele întâlnesc alga parteneră.

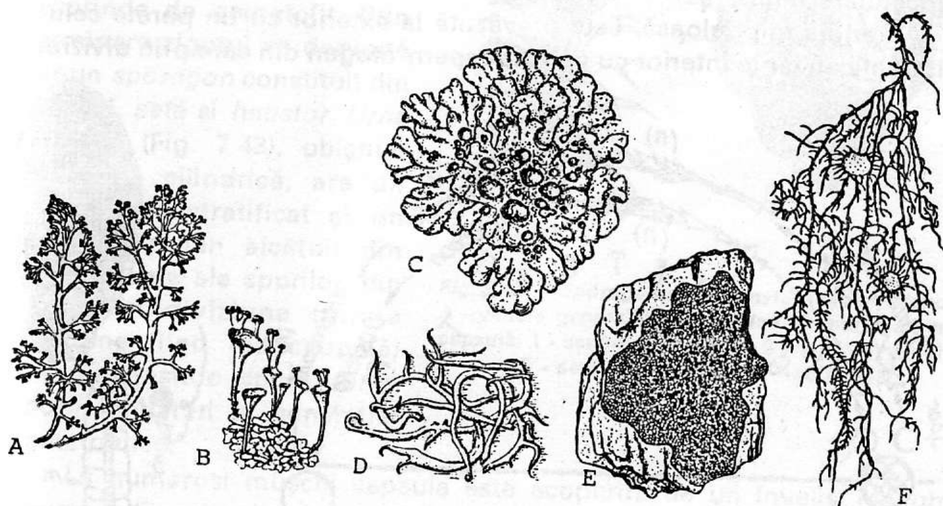


Fig. 7.40 — *Licheni:* A - *Cladonia rangiferina;* B - *Cladonia pyxidata;* C - *Parmelia acetabulum;* D - *Thamnolia vermicularis;* E - *Graphis scripta;* F - *Usnea florida*

După ciuperca simbiontă, ascomicetă sau bazidiomicetă, lichenii se grupează în două clase *Ascolichenes* și respectiv *Basidiolichenes*, cei din urmă fără reprezentanți în flora țării noastre.

În clasa *Ascolichenes* se disting două ordine: *Pyrenolichenes* (cu corpi de fructificație peritecii) și *Discolichenes* (cu corpi de fructificație apotecii). La acestea din urmă aparțin unii licheni foarte răspândiți la noi *(Xanthoria parietina, Lobaria pulmonaria, Peltigera canina;* specii din genurile *Cladonia, Cetraria* etc.) (Fig. 7.40).

7.10. ÎNCRENGĂTURA BRYOPHYTA (MUŞCHI)

Sunt talofite evoluate autotrofe, cu corpul vegetativ (care aparţine gametofitului) taloidic (din lame foliacee) la cele primitive ori cormoidic (tulpiniţă cu frunzişoare) la cele superioare, prevăzut cu formaţiuni pluricelulare (rizoizi) care au mai ales rol în fixare. Sporofitul ia naştere pe gametofit, este mai redus şi de scurtă durată.

Înmulţirea muşchilor are loc vegetativ prin *propagule* (mici corpuscule asemănătoare unor bulbile) formate pe gametofit (uneori prin fragmente din acesta) şi sexuat cu ajutorul arhegoanelor şi anteridiilor dispuse pe acelaşi individ *(muşchi monoici)* sau pe indivizi diferiţi *(muşchi dioici)*.

În raport cu ciclul biologic muşchii sunt organisme haplodiplobionte (vezi pag. 126). Generaţia gametofitică, dominantă, începe cu formarea sporilor (Fig. 7.41), care în condiţii favorabile germinează generând *protonema*, un filament verde pluricelular şi ramificat, asemănător algelor verzi filamentoase. Pe protonemă cresc din muguraşi corpuri vegetative (muşchii propriu-zişi) cu organe de reproducere (anteridii şi arhegoane) pluricelulare (Fig. 7.42).

Anteridia, globuloasă, este prevăzută la exterior cu un perete celular unistratificat, iar la interior cu un ţesut spermatogen din care prin diviziune

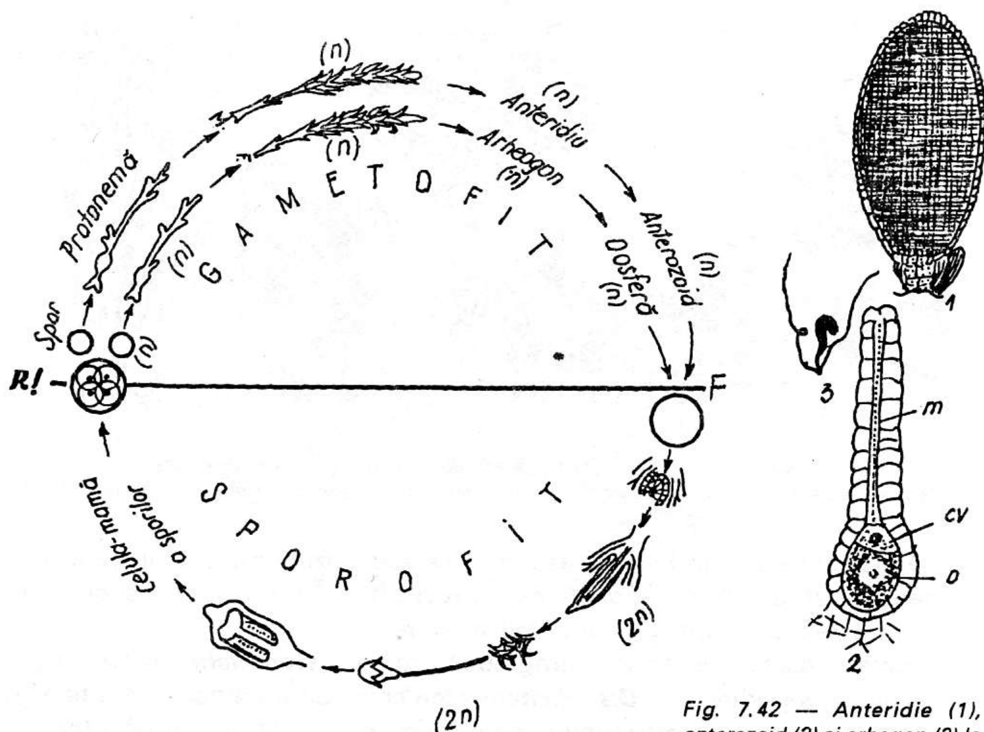


Fig. 7.41 — Ciclul de dezvoltare la un muşchi dioic

Fig. 7.42 — Anteridie (1), anterozoid (3) şi arhegon (2) la Marchantia polymorpha; o - oosferă; cv - celulă ventrală; m - celule canal

iau naștere *anterozoizii* biflagelați (fiecare celulă a țesutului spermatogen formează câte un anterozoid).

Arhegonul, de forma unei butelii cu baza lățită și cu gât alungit, prezintă un perete unistratificat, iar în interior *oosfera*, o *celulă ventrală* și mai multe *celule canal* (dispuse în gâtul arhegonului). Acestea din urmă se gelifică, înlesnind pătrunderea anterozoidului la oosferă.

În urma fecundației ia naștere zigotul, generator al sporofitului diploid care nu se desprinde de gametofit. Prin germinare zigotul se dezvoltă într-un *sporogon* constituit din *capsulă, setă* și *haustor. Urna* capsulei (Fig. 7.43), obișnuit de formă cilindrică, are un perete multistratificat și un țesut sporogen alcătuit din celule mame ale sporilor, din care prin diviziune (prima diviziune fiind reducțională) vor lua naștere sporii *(briosporii)* inițiatori ai generației gametofitice.

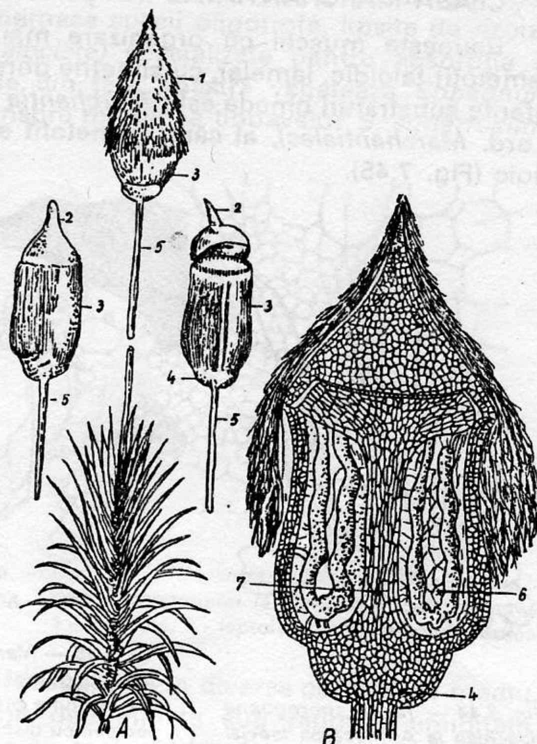


Fig. 7.43 — Sporogonul pe gametofit la Polytrichum: A - vedere generală; B - secțiune longitudinală prin capsulă; 1 - scufie; 2 - opercul; 3 - urnă; 4 - apofiză; 5 - setă; 6 - arhespor; 7 - columelă

La numeroși mușchi capsula este acoperită de un înveliș *(caliptra)* provenit din arhegon, iar la vârf prevăzută cu un *căpăcel (opercul)* caduc la maturitatea sporilor. La bază capsula se prinde de setă prin intermediul *apofizei* (Fig. 7.43). Prin haustor seta se înfige bine în gametofit, din care se nutrește întreg sporogonul.

În raport cu alcătuirea și gradul de dezvoltare a gametofitului și sporofitului, mușchii se grupează în trei clase: *Anthocerotae, Marchantiatae (Hepaticatae)* și *Bryatae.*

Clasa Anthocerotae reprezintă o unitate din puține genuri, cu organizarea apropiată prin unele caractere de algele verzi de tipul *Coleochaete.* Spre exemplu celulele talului (turtit dorsi-ventral) prezintă câte un singur cloroplast cu pirenoid. În schimb, prezența stomatelor pe sporogoane reprezintă un caracter evolutiv important (Fig. 7.44).

CLASA MARCHANTIATAE (MUŞCHI HEPATICI)

Reuneşte muşchi cu organizare mai primitivă, majoritatea având gametofit taloidic, lamelar, cu simetrie dorsiventrală. Răspândită la noi pe diferite substraturi umede este *Marchantia polymorpha* (fierea pământului - ord. *Marchantiales*), al cărei gametofit este ramificat dicotomic şi este dioic (Fig. 7.45).

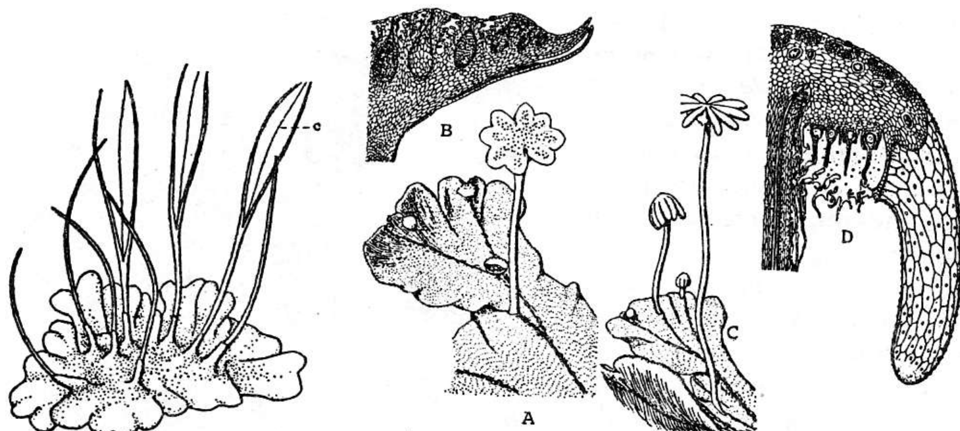


Fig. 7.44 — Tal cu sporogoane deschise la Anthoceros laevis: c - columelă

Fig. 7.45 — Marchantia polymorpha: A - plantă masculă cu propagule şi pediceli cu discuri purtătoare de anteridii; B - secţiune prin disc cu anteridii; C - plantă femelă şi pediceli cu discuri purtătoare de arhegoane; D - secţiune prin disc cu arhegoane

Dintre hepaticele cu gametofit cormoidic, se întâlneşte adesea în pădurile umbrite, pe stânci sau pe sol *Plagiochila asplenioides* (ord. *Jungermaniales* – Fig. 7.46), caracterizată prin tulpiniţe ascendente, prevăzute cu frunzişoare alterne, decurente.

CLASA BRYATAE (MUŞCHI FRUNZOŞI)

Muşchii din această clasă se disting de cei hepatici prin gametofitul cormoid, cu simetrie radiară, diferenţiat în tulpiniţă, frunzişoare şi rizoizi; în structura tulpiniţei apar adesea celule conducătoare, grupate într-un cordon central analog stelului. Acest cordon este alcătuit dintr-o şuviţă centrală din celule conducătoare de apă cu săruri minerale numite *hidroide*, cu pereţii fără îngroşări şi lipsite de protoplast. La unele genuri hidroidele sunt înconjurate de o teacă de *leptoide*, conducătoare de sevă elaborată, care sunt celule vii, de asemenea alungite. O astfel de organizare se poate întâlni şi în seta sporogonului (Fig. 7.47). Sporofitul lor se caracterizează prin prezenţa constantă la capsulă a operculului şi, frecvent, a caliptrei, precum şi prin lipsa *elaterelor* (celule filamentoase care la hepatici elimină sporii din urnă prin mişcări higroscopice). Pentru diseminarea sporilor, briatele prezintă de regulă la gura urnei dinţişori (apendiculi) higroscopici – *peristomiu*.

Ord. Sphagnales. Cuprinde o singură familie și un singur gen (*Sphagnum* – Fig. 7.46) cu numeroase specii oligotrofe, lipsite de rizoizi, în frunze cu unele celule (*hialociste*) specializate pentru absorbția și acumularea apei. Prin turbăriile din țara noastră vegetează *Sphagnum acutifolium*, iar în aninișurile dinspre marginea tinoavelor *S. squarrosum*.

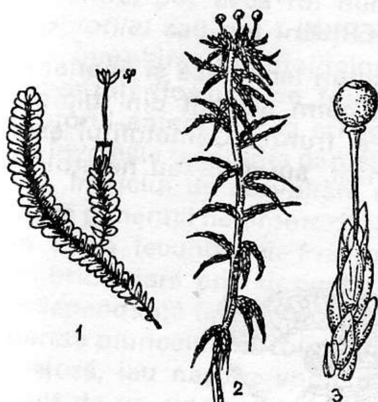


Fig. 7.46 — 1 - *Plagiochila asplenioides* (sp - sporogon); 2 - *Sphagnum*; 3 - sporogon mărit la *Sphagnum*

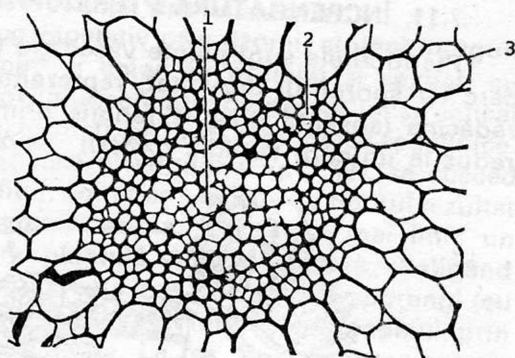


Fig. 7.47 — *Organizarea țesutului conducător în seta sporogonului la Dawsonia* (secț. transv.); 1 - hidroide; 2 - leptoide; 3 - parenchim cortical

Ord. Bryales. Bogat în specii răspândite în diverse condiții de mediu, cele mai multe indicând condiții determinate sub raportul umidității, luminii, căldurii, solului, iar altele cu ecologie largă: prin păduri cu soluri revene, moderat acide până la acide – *Rhytidiadelphus triqueter, Hylocomium proliferum* (fam. *Hylocomiaceae*) și *Eurhynchium striatum* (fam. *Brachytheciaceae*), prin locuri uscate (xerice) și uneori pe trunchiurile arborilor – *Syntrichia ruralis* (fam. *Pottiaceae*), pe ziduri și locul vetrelor de foc – *Funaria hygrometrica* (fam. *Funariaceae*), pe acoperișurile caselor – *Bryum argenteum* (fam. *Bryaceae*), pe soluri uscate, în luminișuri de pădure și fânețe – *Thuidium abietinum* (fam. *Thuidiaceae*), prin mlaștini – *Climacium dendroides* (fam. *Climaciaceae*), pe fundul unor bălți și al apelor lin curgătoare – *Fontinalis antipyretica* (fam. *Fontinalaceae*) etc.

Ord. Polytrichales. Cu numeroase specii ce vegetează: prin locuri mlăștinoase cu aciditate ridicată (*Polytrichum commune* – fam. *Polytrichaceae* – Fig. 7.43), prin păduri acidifile de cvercinee (*Polytrichum juniperinum*), prin locuri umbrite și argiloase (*Atrichium undulatum* – fam. *Polytrichaceae*), pe tulpinile arborilor în curs de putrezire (*Buxbaumia aphylla* – fam. *Buxbaumiaceae*) etc.

Origine. Filogenie. Unele caracteristici ale mușchilor, cum ar fi predominarea gametofitului, protonema filamentoasă ce are cloroplaste, anterozoizii ciliați etc., atestă marea lor asemănare cu algele verzi cu generații heteromorfe având gametofit dominant, din care probabil au descins, adaptându-se la mediul terestru prin perfecționarea mai ales a organelor de reproducere (formarea anteridiei și arhegonului) pentru

protecția gameților la deshidratare în mediul terestru pe care l-au cucerit. Au rămas, însă, un grup închis, datorită adaptabilității comparativ mai reduse și potențialului evolutiv mai limitat al gametofitului. Ca fosile, briofitele se cunosc din Carbonifer.

7.11. ÎNCRENGĂTURA PTERIDOPHYTA (FERIGI)

Pteridofitele sunt plante vasculare (cu țesuturi lemnoase și liberiene) care au sporofitul dezvoltat, reprezentat prin corm alcătuit din tulpină, rădăcină (absentă doar la ferigile primitive) și frunze. Gametofitul este redus la un corp taloidic *(protal)* nevascularizat, autotrof sau heterotrof

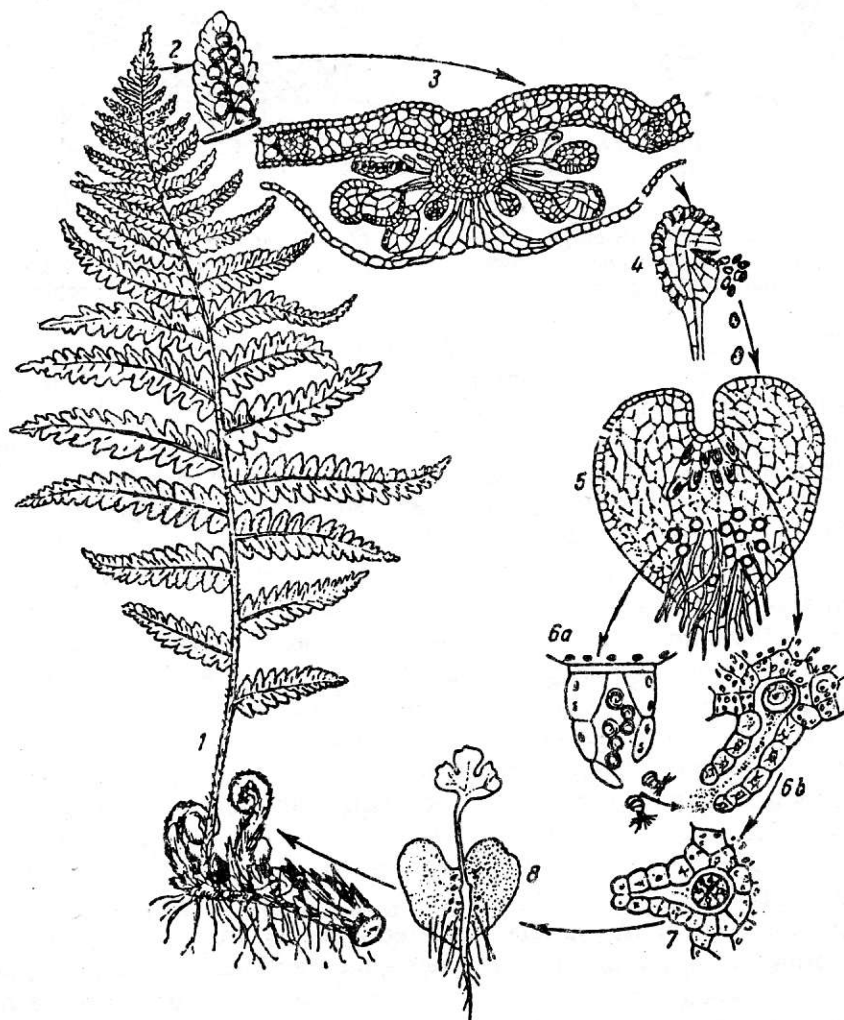


Fig. 7.48 — Ciclul biologic la Dryopteris filix- mas: 1 - corm; 2 - lob foliar (mărit) cu sori; 3 - secțiune prin sor; 4 - sporange cu spori; 5 - protal cu anteridii și arhegoane; 6a - anteridie cu anterozoizi; 6b - arhegon cu oosferă; 7 - zigot în arhegon; 8 - plantulă pe protal

(micotrof), întotdeauna independent față de sporofit. Cuprind atât plante ierboase (unele cu rizom) cât și lemnoase, monostelice sau polistelice, cu sistemul vascular bine individualizat. În țesuturile lemnoase predomină traheidele de tip scalariform.

Frunzele, microfile sau macrofile (vezi pag. 109), variabile ca dimensiuni și formă, pot avea rol numai în nutriție *(trofofile)*, numai în înmulțire *(sporofile)* sau pot îndeplini ambele funcții *(trofosporofile)*.

Înmulțirea pteridofitelor are loc vegetativ prin rizomi, stoloni, muguri tuberizați (formați pe frunză, tulpini și chiar pe protale) și sexuat, cu ajutorul anteridiilor și arhegoanelor (pluricelulare, cu perete unistratificat ce învelește țesuturile gametogene) formate pe protale monoice sau dioice.

În ciclul de dezvoltare ontogenetică a ferigilor (Fig. 7.48), se succed două generații heteromorfe. Sporofitul, dominant, începe cu zigotul rezultat în urma fecundației. Prin germinarea acestuia, ia naștere mai întâi un embrion care prin dezvoltare devine plantulă și înrădăcinează, câștigând independență față de protal. Pe feriga matură se diferențiază sporangi (cu perete pluricelular) izolați ori grupați. Din țesutul fertil al sporangelui, prin meioză, iau naștere spori de formă variată. La ferigile *izosporee* aceștia sunt de un singur fel, pe când la cele *heterosporee* se diferențiază spori masculi *(microspori)* și femeli *(macrospori)*.

Din spori (inițiatorii gametofitului) iau naștere prin germinare protale pe care, așa cum s-a arătat, se formează anteridiile cu anterozoizi ciliați și arhegoanele cu oosfere. Fecundația, ca și la mușchi, are loc în condiții de umezeală ridicată.

În raport cu particularitățile ciclului ontogenetic, organizare și grad de evoluție, în cadrul pteridofitelor se individualizează patru clase: *Psilophytatae (Psilopsida)*, *Lycopodiatae (Lycopsida)*, *Equisetatae (Sphaenopsida)* și *Filicatae (Pteropsida)*.

CLASA PSILOPHYTATAE (PSILOPSIDA)

Cuprinde ferigi primitive, primele plante vasculare adaptate la modul de viață terestru, cele mai multe aparținând unor unități sistematice dispărute, cunoscute doar ca fosile siluriene și devoniene.

Rhynia (ord. *Rhyniales)* este un gen de ferigi devoniene, cu sporofitul dintr-un rizom subteran prevăzut cu smocuri de expansiuni asemănătoare unor perișori absorbanți și respectiv din tulpini aeriene (de 0,3–20 cm lungime), asimilatoare, ramificate dicotomic, nefoliate, cu cuticulă și stomate. La vârful ramurilor purtau sporangi alungiți (Fig. 7.49 A). În cilindrul central, de tip protostel, xilemul se dezvolta centrifug (cu vasele mai mari spre periferie).

Asteroxylon (ord. *Asteroxylales)* grupează specii fosile, de asemenea devoniene, mai bine adaptate vieții terestre, având tulpinile aeriene prevăzute cu emergențe de forma unor ace sau țepi, habitusul plantei fiind asemănător cu al brădișorului *(Lycopodium)* (Fig. 7.49 C). Rizomii purtau rădăcini simple, iar cilindrul central era de tip actinostel, cu traheide inelate și spiralate. Sporangii sunt localizați direct pe tulpină sau uniți cu emergențele.

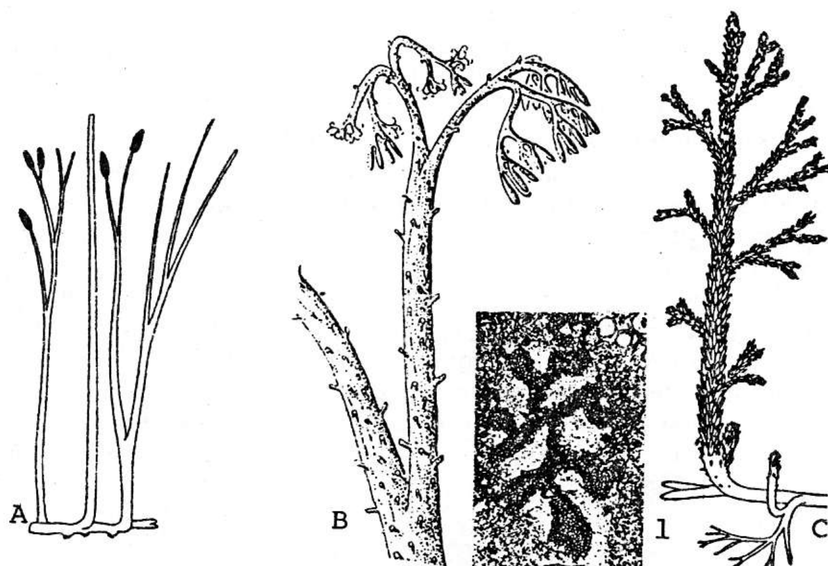


Fig. 7.49 — Rhynia (A), Psilophyton (B) și Asteroxylon (C):
1 - actinostel la *Asteroxylon* (secț. transv.)

Psilophyton (ord. *Trimerophytales)*, gen de fosile devoniene, descinzând direct din *Rhynales* și care probabil stau la originea ferigilor din *Clasa Filicatae* și a celor din *Clasa Equisetatae*. Tulpinile erau lipsite de frunze (Fig. 7.49 B), ramificate dicotomic repetat. Unele din ramurile mici purtau sporangi, iar altele erau în întregime vegetative. În cilindrul central xilemul avea o dezvoltare centrifugă.

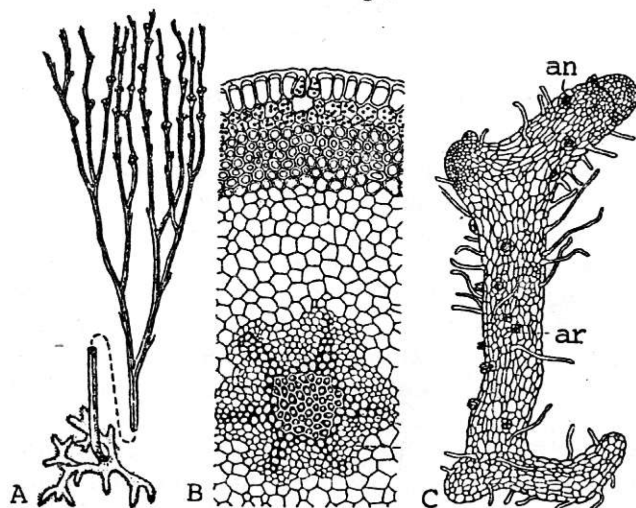


Fig. 7.50 — Psilotum triquetrum: A - plantă (sporofit); B - secț. transv. prin tulpină, evidențiind actinostelul; C - protal (gametofit) cu anteridii (an) și arhegoane (ar)

Psilotum (ord. *Psilotales)*. Cuprinde specii tropicale actuale, incluse mai recent într-o clasă distinctă *(Clasa Psilotatae)*. Sporofitul prezintă rizomi cu numeroși rizoizi și tulpini aeriene ramificate dicotomic, prevăzute cu excrescențe solzoase rare (Fig. 7.50). Cilindrul central al rizomului este de tip protostel, iar al tulpinilor actinostel, xilemul având dezvoltare centripetă (Fig. 7.50 B). Sporangii purtători de izospori sunt dispuși pe ramuri laterale scurte. Protalul este cilin-

dric (Fig. 7.50 C), asemănător cu rizomul, uneori (caracter arhaic) cu țesuturi vasculare și endoderm. Faptul că față de sporofit protalul în decursul evoluției a rămas la dimensiuni mai mici și trăiește subteran (în simbioză cu ciuperci endomicoritice), este legat de necesitatea apei pentru fecundație cu anterozoizi ciliați.

CLASA LYCOPODIATAE (LYCOPSIDA)

Sunt ferigi ierboase și (unele fosile) lemnoase, cu tulpini și rădăcini ramificate dicotomic. În structura anatomică, cormul prezintă mai frecvent un actinostel. Frunzele, solzoase (microfile), sunt *trofofile* și *sporofile,* cele din urmă dispuse în lungul ramurilor sau grupate (în strobili terminali). Pot fi izosporee *(Lycopodium)* sau heterosporee *(Selaginella).*

Ord. Lycopodiales. Posedă o singură familie *(Lycopodiaceae),* cu un număr mare de specii ierboase, prinse de substrat prin rădăcini adventive. *Lycopodium clavatum* (pedicuță) (Fig. 7.51) are tulpini repente, cu frunze mici și dese dispuse spiralat, prelungite într-o aristă fină. Pe unele ramuri se formează pediceli cu câte 2–3 strobili, ale căror sporofile poartă la bază câte un singur sporange reniform. La germinare sporii dau naștere unor protale monoice, asemănătoare unor mici tubercule, lipsite de clorofilă (saprofite). Anteridiile și arhegoanele sunt adâncite în protal. Vegetează pe soluri revene, în pădurile montane. *Huperiza selago,* răspândită prin molidișuri, mai ales în stațiuni cu umiditate atmosferică, se caracterizează prin sporofile dispuse printre frunzele sterile (negrupate în strobili).

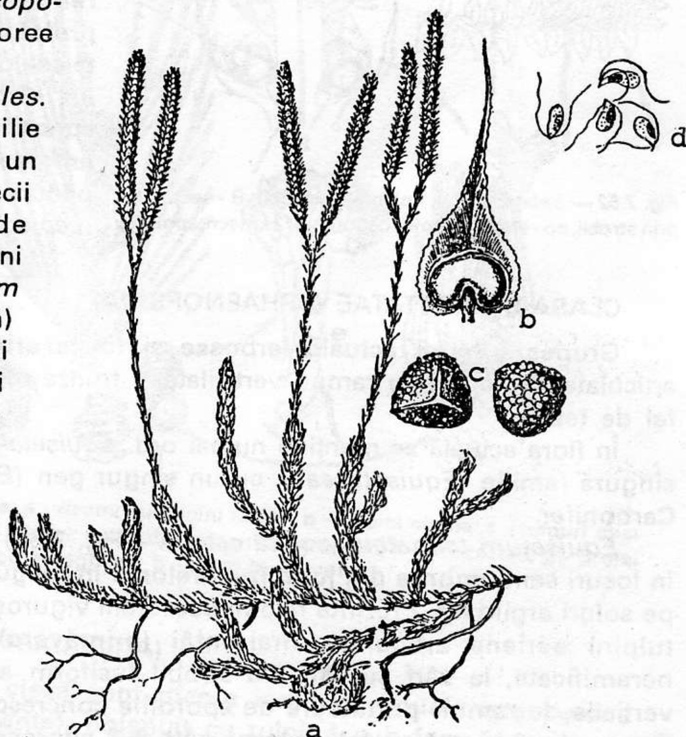


Fig. 7.51 — Lycopodium clavatum: a - plantă cu strobili; b - sporofilă cu sporange reniform; c - spori; d - anterozoizi biciliați

Ord. Selaginellales. Cuprinde ferigi heterosporee. *Selaginella helvetica* (fam. *Selaginellaceae* – Fig. 7.52), cu tulpina târâtoare și frunze mici prevăzute cu ligulă, poartă la vârful unor ramuri sporofile grupate în

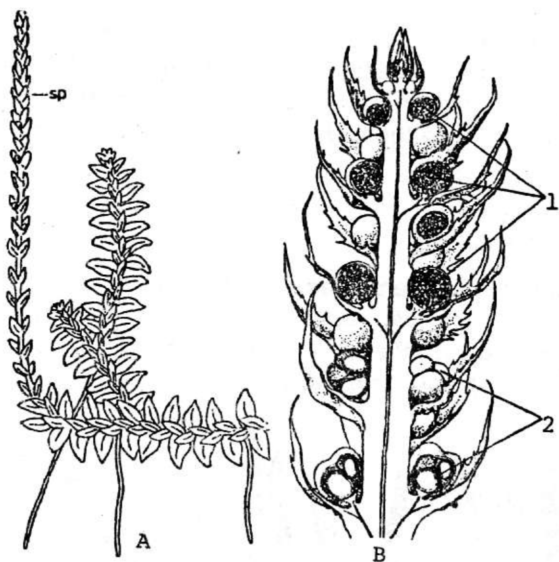


Fig. 7.52 — Selaginella: A - plantă cu strobil; B - secț. long. prin strobil; sp - strobil; 1 - microsporangi; 2 - macrosporangi

strobili. Unele sunt macrosporofile cu câte un macrosporange (fiecare cu câte 4 macrospori), altele microsporofile cu câte un microsporange (cu numeroși microspori). Prin germinarea sporilor se formează protale dioice (macro- și microprotale) reduse, pe care iau naștere arhegoanele respectiv anteridiile. Prin diferențierea sporofilelor și reducerea considerabilă a protalului, *Selaginella* prezintă analogii cu gimnospermele.

Ord. Lepidodendrales. Se cunosc numai ca plante fosile arborescente, care au format păduri întinse în Carbonifer *(Lepidodendron, Sigillaria* etc.).

CLASA EQUISETATAE (SPHAENOPSIDA)

Grupează ferigi actuale ierboase și fosile arborescente, cu tulpini articulate, la noduri cu ramuri verticilate și frunze mici, concrescute într-un fel de teacă.

În flora actuală se menține numai ord. *Equisetales,* reprezentat printr-o singură familie *(Equisetaceae),* cu un singur gen *(Equisetum)* datând din Carbonifer.

Equisetum telmateia (coada calului - Fig. 7.53) se întâlnește frecvent în locuri semiumbrite din jurul izvoarelor și în lungul pâraielor de pădure, pe soluri argiloase. Prezintă rizomi subterani viguroși, din care iau naștere tulpini aeriene articulate, mai întâi (primăvara) cele fertile, brunii, neramificate, la vârf cu câte un strobil fusiform alcătuit din mai multe verticile de ramuri purtătoare de sporofile concrescute în formă de scut. Fiecare scut poartă pe fața internă câte 6–8 sporangi în care se formează prin meioză numeroși spori mici, haploizi. Tulpinile asimilatoare (sterile), care apar mai târziu, prezintă ramuri dispuse verticilat.

Sporii au patru *filamente lungi (elatere),* provenite din stratul extern al peretelui, care sunt higroscopice și au rol în diseminare. Prin germinare, sporul dă naștere câte unui protal potențial bisexuat, pe care se formează atât anteridii cât și arhegoane sau, în funcție de condițiile de mediu, se formează protale unisexuate, cele mascule mai puțin lobate, bogate în carotinoizi.

În culturi agricole și în pepiniere silvice, crește ca buruiană *Equisetum arvense,* care are utilizări medicinale.

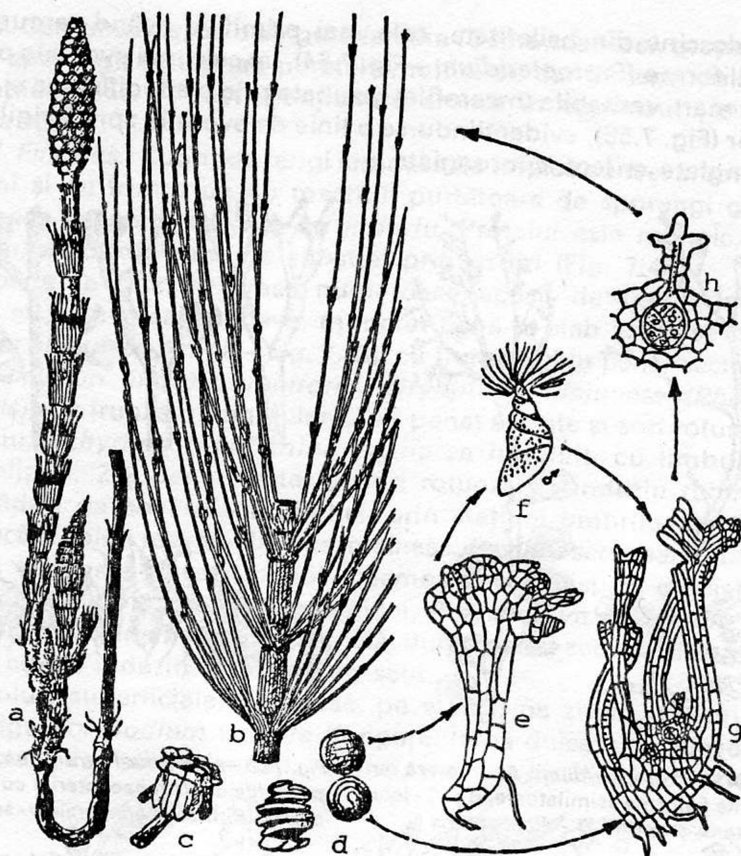


Fig. 7.53 — Equisetum telmateia: a - rizomi cu tulpini fertile; b - tulpini sterile; c - ramuri mici în formă de scut cu sporangi; d - spori; e - protal mascul cu anteridii; f - anterozoid; g - protal femel cu arhegoane; h - zigot în dezvoltare

CLASA FILICATAE (PTEROPSIDA)

Ferigile din această clasă sunt plante ierboase anuale sau perene (unele tropicale arborescente), obişnuit cu tulpină sub formă de rizom. Frunzele sunt macrofile, cu limbul ± adânc incizat, rareori întreg, în tinerețe cu vârful răsucit ca o cârjă *(circinat).*

Sporangii se formează pe frunze asimilatoare (trofosporofile) sau pe sporofile, prezintă un inel mecanic de dehiscență și sunt grupați mai adesea în *sori*. Protalul este lamelar sau tuberiform și autotrof. Anterozoizii sunt pluriciliați.

A. SUBCLASA PRIMOFILICIDAE

Sunt ferigi arhaice, apărute în Devonian și stinse spre sfârșitul Paleozoicului, cu tulpini ramificate dicotomic și cu frunze divizate. Sporangii, lipsiți de inel și dehiscență, erau grupați în vârful ramurilor.

Au descins din psilofitate, cele mai primitive având ramurile verzi, subțiri, filiforme *(Protopteridium* – Fig. 7.54), iar cele mai evoluate prezentau și frunze mari, veritabile (macrofile) rezultate prin cladodificarea și fuziunea ramurilor (Fig. 7.55), evidențiindu-se o linie de evoluție spre ferigile actuale eusporongiate și leptosporongiate.



Fig. 7.54 — Protopteridium: A - ramură cu segmente filiforme asimilatoare; B și C - lobi sterili și fertili; D - *Rhacopteris*

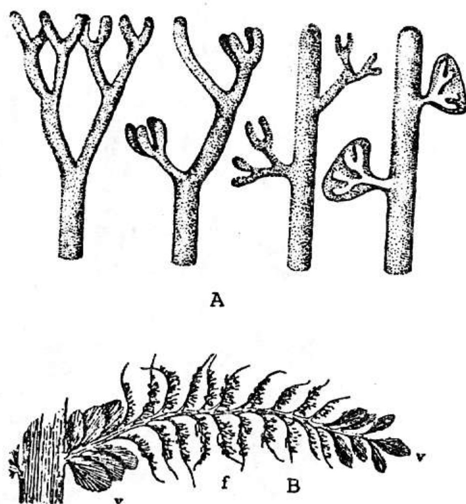


Fig. 7.55 — Schema formării macrofilelor (A) și primofilicidă (Archaeopteris) cu foliole cladodificate (B); f - segmente fertile; v - segmente sterile

O altă linie de evoluție în cadrul acestei subclase a condus la apariția progimnospermelor, strămoșii direcți ai gimnospermelor. De exemplu, progimnosperma devoniană *Archaeopteris,* care era arborescentă, purta macro- și microsporangi, iar lemnul secundar cu punctuațiuni areolate era asemănător cu al gimnospermelor.

B. SUBCLASA EUSPORANGIATAE

Cuprinde ferigi la care sporangele, cu perete pluristratificat, își are originea într-un grup de celule ale epidermei.

În flora țării noastre se întâlnesc reprezentanți din ord. *Ophioglossales:* prin fânețe umede de munte - *Ophioglossun vulgatum* (limba șarpelui), plantă ierboasă cu frunza despărțită într-un segment sporofil neramificat și unul trofofil ovat, iar prin pășunile montane și alpine - *Botrychium lunaria* (iarba dragostei), cu segmentul sporofil al frunzei puternic ramificat și cu cel trofofil lobat (Fig. 7.56 A).

C. SUBCLASA LEPTOSPORANGIATAE

Sporangele este unistratificat și ia naștere dintr-o singură celulă a epidermei. Cele mai multe sunt izosporee, cu sporangi grupați în sori, frunze de tip macrofil întregi sau incizate și protal de scurtă durată (anual).

Ord. Osmundales, cu o singură familie *(Osmundaceae),* grupează ferigi ai căror sporangi, izolați, au peretele multistrat, dar generat de o singură celulă epidermică. A fost menționată eronat în cuprinsul țării noastre *Osmunda regalis.*

Ord. Filicales. Cuprinde ferigi ierboase (la tropice sunt și arborescente), cu rizomi și cu frunze de tip macrofil purtătoare de sporangi grupați în sori, adesea acoperiți cu câte un *induziu.* Protalul este monoic, lamelar, cordiform, autotrof, prins de substrat prin rizoizi (Fig. 7.48).

În pădurile noastre cresc numeroase specii de ferigi. În stațiuni umbrite, cu soluri reavăn-jilave, moderat până la slab acide se întâlnesc: *Dryopteris filix-mas* (ferigă – Fig. 7.48), cu frunze dublu penat sectate și sori acoperiți cu un *induziu reniform, Dryopteris disjuncta (Phegopteris dryopteris),* cu frunze triunghiulare, 2–3 penat sectate și sori rotunzi, lipsiți de induziu, *Athyrium filix-femina* (spinarea lupului), cu limbul frunzei alungit eliptic, 2–3 penat sectat și sori rotunzi, cu induziu rudimentar.

În păduri de povârnișuri și chei, prin stațiuni umbrite, cu umiditate atmosferică și soluri reavăn-jilave se întâlnesc: *Phyllitis scolopendrium (limba cerbului),* cu frunze întregi, pețiol scuamos și sori dispuși ca niște dungi paralele pe nervurile laterale ale laminei, *Polystichum aculeatum* (creasta cocoșului), cu lamina frunzei lanceolată, dublu penat sectată și sori rotunzi, acoperiți cu un induziu în formă de scut.

Pe soluri superficiale, pietroase, pe stânci, pe ziduri, uneori epifită, crește feriga *Polypodium vulgare* (feriguță, iarbă dulce), cu frunze simplu penat sectate, iar sorii biseriați, rotunzi, mari și lipsiți de induziu.

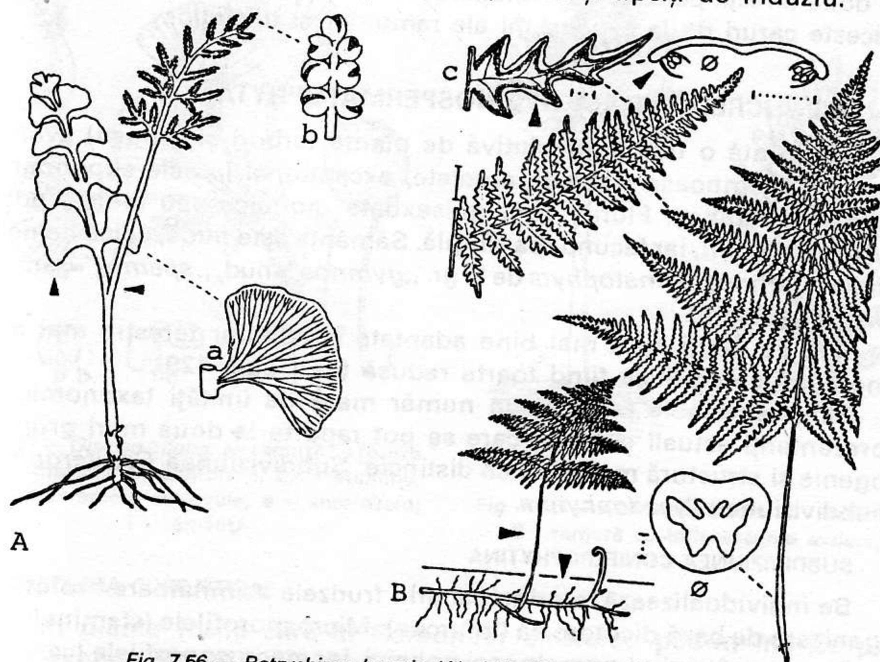


Fig. 7.56 — Botrychium lunaria (A) și Pteridium aquilinum (B): a - lob foliar; *b* - segment sporifer; c - segment foliar cu sori

În poienele din păduri și în parchete se îndesește *Pteridium aquilinum* (țolul lupului), cu frunze mari (0,5–2 m) de 3 ori penat sectate (Fig. 7.56 B).

Ord. Hydropteridales. La acest ordin aparțin ferigi heterosporee de apă și locuri mlăștinoase. Au sporangii unistratificați, fără inel de dehiscență, închiși în *sporocarpi* proveniți prin modificarea unor lobi foliari. *Salvinia natans* (peștișoară) este natantă prin bălți, având frunzele grupate câte trei la un nod (două oval-eliptice, iar una transformată în firișoare cu rol în absorbție).

Origine. Filogenie. Cele mai primitive dintre ferigi, psilofitatele *(Rhynia, Asteroxylon, Psilophyton* etc.), își au originea în algele verzi care trăiau în zona litorală a mărilor siluriene și devoniene. Astfel de alge (asemănătoare probabil cu *Coleochaete pulvinata),* la care oogonul după fecundație câștigă protecție prin corticație (procesul sugerează originea arhegonului pluricelular) s-au adaptat relativ ușor la condițiile vieții terestre. Trecerea la uscat a fost înlesnită de umiditatea mare a atmosferei din acea perioadă și de plasticitatea sporofitului, care s-a dezvoltat progresiv, fiind mai puțin dependent de condițiile mediului acvatic.

Psilofitatele au evoluat în continuare în mai multe direcții. Din ferigile de tipul *Rhynia* s-au desprins mai întâi trimerofitele, apoi (prin lățirea – cladodificarea – ramurilor, urmată de concreșterea acestora, în final formându-se macrofilele) primofilicidele, iar din acestea celelalte filicate, ca și primele spermatofite (gimnosperme). Licopodiatele și respectiv equisetatele au descins din plante de tipul *Asteroxylon* și respectiv *Psilophyton,* marcând alte două direcții paralele de evoluție. Formarea frunzelor (microfile) a pornit în aceste cazuri de la expansiuni ale ramurilor și tulpinilor.

7.12. ÎNCRENGĂTURA GYMNOSPERMATOPHYTA

Reprezintă o treaptă evolutivă de plante (arbori și arbuști) având în corm vase lemnoase traheide areolate, excepțional la cele superioare se întâlnesc și trahee. Florile sunt unisexuate monoice sau dioice, adesea grupate în conuri, iar fecundația simplă. Sămânța este nudă, adică neînchisă în fruct *(Gymnospermatophyta* de la gr. *„gymnos"*=nud, *„sperma"*=sământă, *„phyton"*=plantă).

Față de ferigi sunt mai bine adaptate condițiilor terestre mai aride, generația gametofitică fiind foarte redusă (vezi pag. 129).

Gimnospermele cuprind un număr mare de unități taxonomice, cu reprezentanți actuali și fosili, care se pot raporta la două mari grupe, cu filogenie și structură morfologică distincte: Subdiviziunea *Coniferophytina* și subdiviziunea *Cycadophytina.*

SUBDIVIZIUNEA CONIFEROPHYTINA

Se individualizează în principal prin frunzele asimilatoare (trofofile) cu organizare de bază dicotomică (înfurcite). Microsporofilele (staminele) sunt purtătoare a câte unui grup de saci polinici, iar macrosporofilele (carpelele), purtătoare de ovule, sunt de la început reduse și simple, rareori înfurcite.

CLASA GINKGOATAE

Se cunosc ca fosile încă din Permian, dar ating apogeul în Triasic și Cretacic. Singurul gen supraviețuitor *Ginkgo* este semnalat din Jurasic, în flora actuală fiind reprezentat prin *Ginkgo biloba* (fam. *Ginkgoaceae)*, numit adesea „fosilă vie". Această specie este spontană în estul Chinei și mult cultivată ca arbore ornamental. Are frunzele cu nervațiune dicotomică, pețiolate și cu limbul deltoid și bilobat, dispuse pe microblaste.

Florile sunt unisexuate dioice: cele mascule reprezentate prin stamine (fiecare cu un filament scurt și doi saci polinici penduli) grupate amentiform (Fig. 7.57) și dispuse în axila frunzelor, cele femele constau dintr-un ax bifurcat cu două ovule nude, terminale, înconjurate la bază de o proeminență (rest carpelar) (Fig. 7.57). Anterozoizii sunt prevăzuți la vârf cu numeroși cili dispuși în spirală. Din cele două ovule, numai unul devine sămânță, cu aspect de drupă, datorită tegumentului cărnos la exterior și sclerificat (cu aspect de sâmbure) la interior.

CLASA PINATAE

Reunește gimnosperme cu tulpini ramificate monopodial, prevăzute cu frunze mai adesea mici, cu marginea întreagă. Florile, îndeosebi cele femele, sunt grupate în inflorescențe amentiforme sau în conuri.

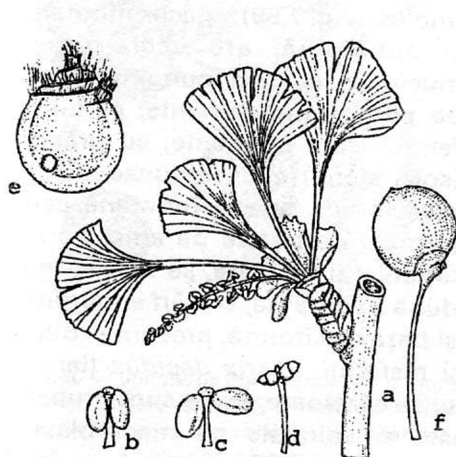


Fig. 7.57 — Ginkgo biloba: a - ramură cu frunze și flori mascule amentiforme; b,c - stamine; d - floare femelă cu ovule; e - anterozoid; f - sămânță

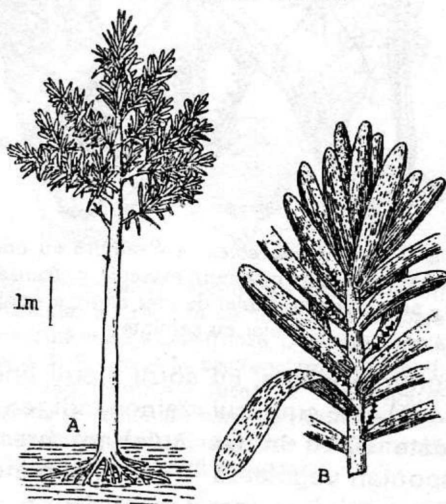


Fig. 7.58 — Cordaites laevis: A - habitus; B - ramură cu inflorescențe axilare

SUBCLASA CORDAITIDAE

Sunt plante fosile care în Carbonifer alcătuiau păduri întinse prin stațiuni umede. Structura lemnului secundar al unora dintre reprezentanți este asemănătoare cu cea a rășinoaselor actuale (canale rezinifere în razele

medulare la Cordaites). De conifere se apropie și prin organizarea florilor, precum și prin frunzele liniare sau lanceolate (Fig. 7.58).

SUBCLASA PINIDAE

Arbori, rareori arbuști, cu frunze aciculare sau solzoase, mai adesea persistente, și tulpini ramificate monopodial, ramurile fiind dispuse mai mult sau mai puțin etajat. Unele prezintă brachiblaste *(Pinus, Larix)*.

Florile sunt unisexuate, grupate în amenți și conuri (vezi pag. 126, 127), iar semințele sunt mai frecvent aripate. Organele vegetative conțin celule, pungi sau canale rezinifere. În lemnul secundar predomină traheidele areolate. Au adaptări xerofitice la uscăciunea fiziologică din timpul iernii (celulele epidermei frunzelor sclerificate și puternic cutinizate, stomate dispuse sub epidermă, hipodermă dezvoltată și sclerificată etc.). Formează în mod constant micorize.

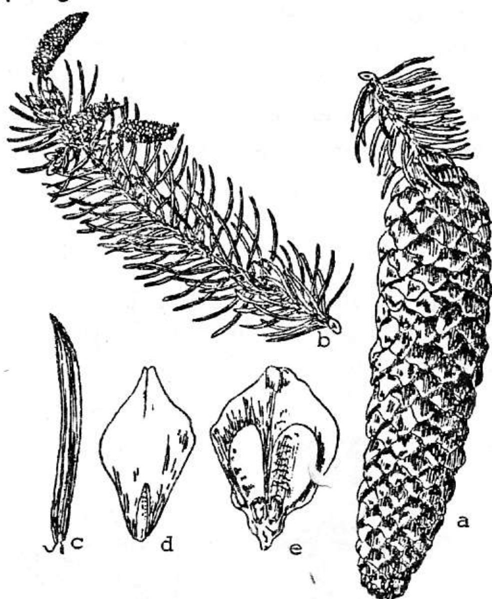


Fig. 7.59 — Picea abies: a - ramură cu con femel; b - ramură cu conuri mascule; c - frunză; d - solz carpelar dublat de solz steril; e - solz carpelar cu semințe

Fam. Pinaceae (Ord. Pinales). Este bogată în genuri și specii lemnoase cu largă răspândire în cuprinsul țării noastre. *Picea abies* (molid – Fig. 7.59), specie montană și subalpină, are acele tetramuchiate, cu vârf pungint, fixate pe pernițe proeminente; conurile femele sunt pendente, cu bractei (solzi sterili) mici, ascunse. *Abies alba* (brad), specie montană care formează arborete de amestec cu fagul, mai rar pure, se recunoaște după acele lățite, cu vârf emarginat și bază disciformă, precum și după conurile erecte, cu solzii sterili lineari și răsfrânți. *Larix decidua* (larice, zadă) este singurul rășinos indigen cu frunze căzătoare; acele sunt grupate (câte 30-40 în fascicule) pe brachiblaste și spiralate pe macroblaste; spontan vegetează la limita superioară a molidișurilor, mai ales în rariști. *Pinus* (pin) se caracterizează prin ace grupate câte 5–2 pe brachiblast. La noi este reprezentat prin *P. mugo* (jepi de munte), care formează tufărișuri întinse în etajul alpin inferior și în cel subalpin, *P. sylvestris* (pin silvestru), insular pe stânci și în turbării, *P. nigra var. banatica* (pin negru), întâlnit numai în Banat și Oltenia, și *P. cembra* (zâmbru), răspândit natural în etajul subalpin și în cel alpin inferior.

Alte genuri: *Pseudotsuga, Tsuga, Cedrus* etc.

Fam. Taxodiaceae (Ord. Pinales). Se distinge de precedenta mai ales prin numărul mare de saci polinici (2–8) și ovule (2–12), ca și prin

concreșterea celor doi solzi (fertil și steril) ai conului femel. La noi se cultivă adesea prin parcuri *Taxodium distichum* (chiparos de baltă), ale cărui rădăcini crescute în mlaștină formează pneumatofori, mai rar *Sequoia* și *Cryptomeria*.

Fam. Cupressaceae (Ord. Pinales). Se individualizează prin frunze obișnuit solzoase și dispuse, ca și solzii conurilor (florilor), opus sau verticilat, prin microsporofile (stamine) cu 3–5 saci polinici și macrosporofile (carpele) cu 1–20 ovule erecte, ca și prin semințe cu sau fără aripă. *Juniperus communis* (ienupăr – Fig. 7.60), cu frunzele subulate, punginte, dispuse câte trei în verticile distanțate, vegetează spontan în regiunea colinară și în cea montană, uneori invadant prin pășuni. Pentru ornament se cultivă *Juniperus virginiana*, specii din genul *Thuja, Cupressus* etc.

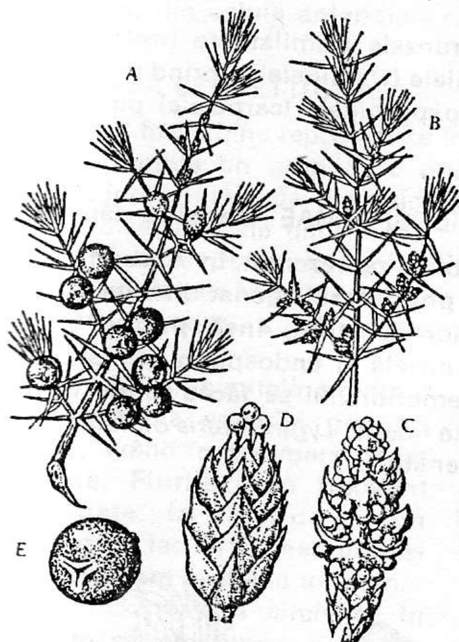


Fig. 7.60 — Juniperus communis: A - ramură cu conuri femele cărnoase; B - ramură cu flori mascule; C - floare masculă; D - floare femelă; E - con cărnos

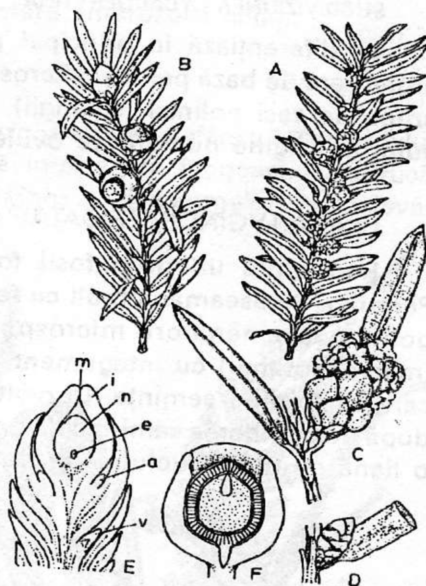


Fig. 7.61 — Taxus baccata: A - ramură cu flori mascule; B - ramură cu semințe; C - floare masculă în axila unei frunze; D - floare femelă axilară; E - ovul în secțiune (m - micropil; i - integument; n - nucelă; e - endosperm primar; a - aril în formare; v - vârful vegetativ al axului primar); F - secțiune prin sămânță cu arilul dezvoltat

Alte două familii *Araucariaceae* și *Podocarpaceae* au reprezentanți cu precădere în emisfera sudică, unii cultivați și la noi pentru ornament *(Araucaria, Podocarpus)*.

SUBCLASA TAXIDAE

Sunt plante lemnoase lipsite de formațiuni rezinifere, cu frunze sempervirente, spiralate.

Florile mascule se găsesc în axila frunzelor, iar cele femele sunt dispuse de asemenea axilar, câte una sau câte două împreună, având unul

sau mai mulţi solzi sterili care înconjoară carpela terminală, purtătoare a unui singur ovul erect. Sămânţa este parţial sau complet înconjurată de un aril.

În ţara noastră creşte spontan specia europeană *Taxus baccata* (tisă – fam. *Taxaceae,* ord. *Taxales* – Fig. 7.61), arbore dioic, sporadic în făgete şi făgeto-brădete; la florile mascule staminele au 5–9 saci polinici concrescuţi, iar la cele femele carpela fertilă, terminală, este înconjurată de câteva perechi de solzi sterili; grăunciorii de polen sunt lipsiţi de saci aeriferi; sămânţa are arilul de culoare roşie, singura parte netoxică. Datorită lemnului valoros, a fost mult tăiată, astfel că în prezent este ocrotită.

SUBDIVIZIUNEA CYCADOPHYTINA

Se diferenţiază în principal prin frunzele asimilatoare (trofofile) cu organizare de bază penată. Microsporofilele (staminele) cuprind mai multe grupe de saci polinici (sinangii), macrosporofilele (carpelele) poartă cel puţin la origine numeroase ovule.

CLASA LYGINOPTERIDATAE (PTERIDOSPERMAE – ferigi cu sămânţă)

Reprezintă un grup fosil foarte bine reprezentat în Carbonifer şi Permian. Se aseamănă mult cu ferigile prin frunzele penat divizate şi sacii polinici asemănători microsporangilor acestora, însă purtau ovule (macrosporangi) cu integument gros, nucelă şi endosperm primar, din care se formau seminţe. Dezvoltarea embrionului se făcea foarte târziu, după desprinderea seminţei de pe planta mamă. *Lyginopteris oldhamia* era o liană cu tulpini volubile şi frunze penate.

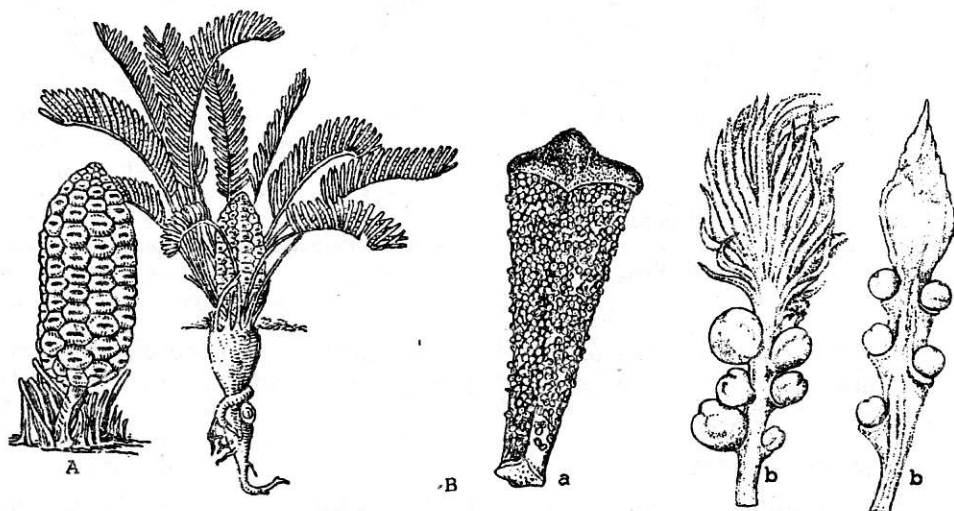


Fig. 7.62 — Cycadatae: A - *Zamia* cu con femel; B - Cycas (a - stamină cu numeroşi saci polinici; b - carpele cu ovule)

CLASA CYCADATAE

Cuprinde gimnosperme cunoscute ca fosile încă din Permian, ai căror emisari actuali *(Cycas, Zamia* etc.) sunt arbori cu port de palmier, având frunzele penat divizate, grupate într-un buchet terminal, în tinerețe circinate ca la ferigi.

Cycadatele sunt plante dioice: florile mascule sunt conuri cu staminele așezate spiralat, pe dos cu numeroși saci polinici, adesea grupați ca sorii ferigilor (Fig. 7.62 B); florile femele constau fie din carpele cu partea terminală sectată (ca la trofosporofile) și cea inferioară prevăzută cu 8–2 ovule mari (la *Cycas)* (Fig. 7.62 B), fie din carpele solzoase cu 8–2 ovule, grupate într-un con (la *Zamia)* (Fig. 7.62 A). La germinarea grăunciorilor de polen, din celula anteridială iau naștere anterozoizi ciliați.

CLASA BENNETTITATAE

Sunt fosile bine reprezentate în Jurasic și stinse la sfârșitul Cretacicului. Reprezintă un grup cu o deosebită importanță filogenetică, întrucât adepții ipotezei euanției îl consideră la originea angiospermelor. Într-adevăr, florile bisexuate ale unor reprezentanți *(Cycadeoidea ingens)* sugerează floarea angiospermelor primitive cum sunt unele magnoliale.

Unele bennettitale amintesc prin habitus speciile genului *Cycas,* având frunze mari, penat sectate. Florile erau frecvent bisexuate, la exterior cu un periant din lacinii filamentoase și păroase, care protejau un număr mare de stamine circinate în tinerețe, sectate, fiecare cu numeroși saci polinici, iar în centru se afla un con cu numeroase ovule lung pedicelate (Fig. 7.63).

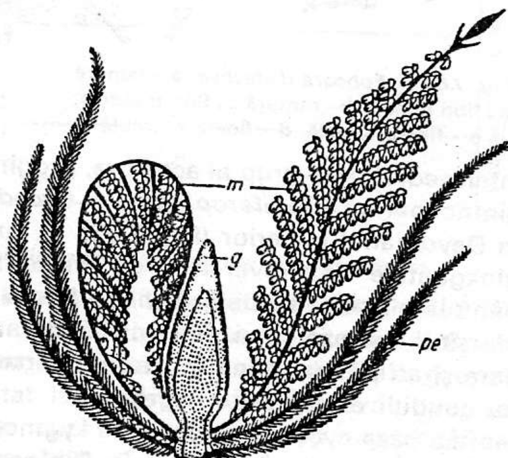


Fig. 7.63 — Floare bisexuată la Cycadeoidea ingens: m - stamine; g - con cu ovule; pe - periant

CLASA GNETATE

Reprezintă un grup de gimnosperme evoluate, care după unii autori (adepții teoriei pseudantice) s-ar afla la originea angiospermelor, iar după alții ar fi prea specializat și cu evoluție închisă.

Sunt plante arbustive *(Ephedra)* și arborescente *(Gnetum)* cu frunze variate ca formă, așezate opus sau verticilat, și flori unisexuate (la unele flori mascule cu ovul steril, indiciu evident de hermafroditism). Prezintă unele caractere de angiosperme, apreciate drept simple convergențe: vase lemnoase perfecte (trahee), început de ovar, tub micropilar de forma stilului

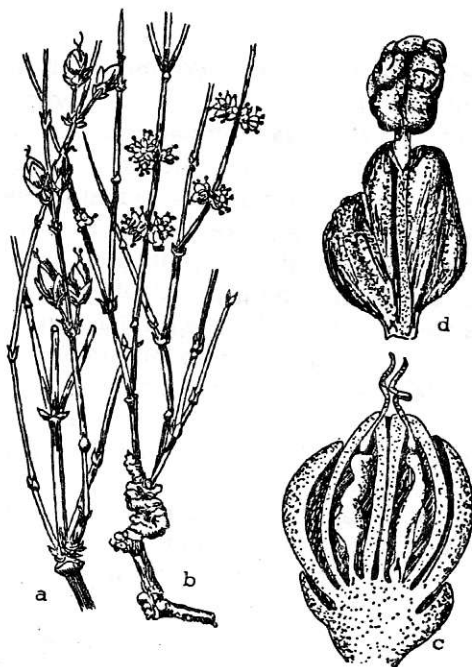


Fig. 7.64 — Ephedra distachya: a - ramură cu flori femele; b - ramură cu flori mascule; c - floare femelă; d - floare masculă

și stigmatului, început de dublă fecundație, formarea unui endosperm secundar, polenizare prin insecte.

Un singur reprezentant din acest grup, *Ephedra distachya* (cârcel – ord. *Ephedrales,* fam. *Ephedraceae),* se întâlnește la noi spontan, pe nisipuri maritime și continentale. Este un arbust dioic, cu tulpini asimilatoare și frunze mici, pieloase; florile mascule sunt grupate în inflorescențe glomerulare, fiecare floare cu câte o bractee, în axila căreia se află câte o singură stamină pluriloculară, la bază cu un periant rudimentar (Fig. 7.64); cele femele se dispun câte două într-un înveliș comun din mai multe bractee, perechea superioară devenind cărnoasă (cu aspect de fruct) la maturitatea seminței.

Origine. Filogenie. Gimnospermele, așa cum s-a mai arătat, își au originea în primofilicide, prin intermediul unui grup al acestora, progimnospermele. Cele două grupe de gimnosperme *(Coniferophytina* și *Cycadophytina)* au evoluat paralel până în Devonianul superior (Fig. 7.65). În cuprinsul celei dintâi s-au dezvoltat ginkgoatele cu o diversitate de forme în Mezozoic, restrângându-se apoi până la o specie actuală *(Ginkgo biloba),* și cordaitidele care s-au stins la sfârșitul Paleozoicului. Din cordaitide au evoluat taxidele și apoi pinidele care și-au păstrat până în prezent capacitatea de concurență în stațiunile cu condiții extreme de vegetație.

La baza cycadofitinelor stau Lyginopteridatele care sunt cunoscute cu o largă răspândire în Paleozoic. Din acestea s-au desprins atât cycadatele cât și bennettitatele, care au cunoscut o dezvoltare însemnată în Mezozoic. Prin expansiunea masivă a angiospermelor la mijlocul Cretacicului, aceste două grupe au suferit o considerabilă restrângere. În timp ce cycadatele au supraviețuit prin câțiva reprezentanți, bennettitatele au dispărut complet. Probabil că gnetatele actuale reprezintă ultimii descendenți cu origine în bennettitate (Fig. 7.65).

7.13. ÎNCRENGĂTURA ANGIOSPERMATOPHYTA

Reprezintă unitatea cea mai evoluată, așa cum rezultă din organizarea florii, din reducerea și mai pronunțată a gametofitului (pag. 138, 141), din fecundarea dublă și din dispunerea ovulelor în cavități închise (loje formate

prin concreşterea carpelelor) şi respectiv a seminţelor în fruct (*angiospermatophyta* de la gr. *„aggeion"*= cavitate închisă, *„sperma"*= sămânţă, *„phyton"*= plantă). Exceptând unii reprezentanţi cu caractere arhaice, vasele conducătoare lemnoase sunt mai ales trahee.

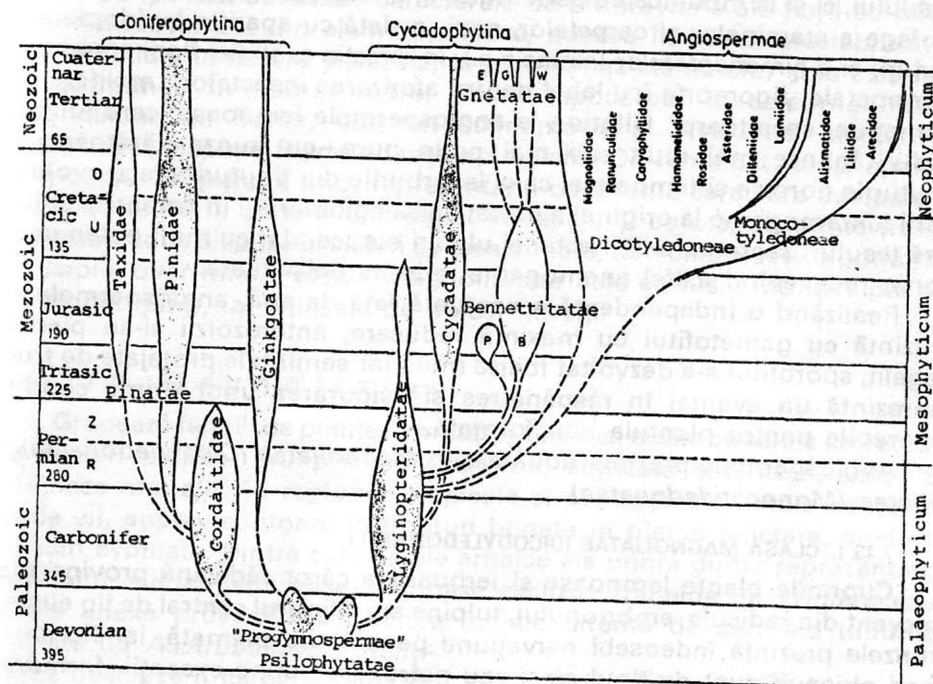


Fig. 7.65 — Schema originii şi evoluţiei gimnospermelor şi angiospermelor

Primele angiosperme au fost semnalate la începutul Cretacicului, iar în perioada mijlocie a acestuia au devenit dominante în cuprinsul florei de uscat. Deşi a rămas puţin elucidat, din lipsa impresiunilor fosile, grupul de plante gimnosperme care a stat la originea liniei lor evolutive, se apreciază că acesta s-ar afla în cuprinsul clasei *Lyginopteridatae (Pteridospermae)* (T a k h t a j a n, 1980, E h r e n d o r f e r, 1983).

Centrul de geneză al acestui mare grup de plante (ajuns în flora actuală la peste 250 000 de specii) pare să fi fost regiunea montană a Asiei de sud-est, unde şi în prezent se menţin unele angiosperme cu organizare arhaică (din ord. *Magnoliales)*. Orogeneza activă a favorizat crearea unui relief accidentat şi fragmentat, astfel că şi prin efectele răcirii climatului şi ale derivei continentului s-a ajuns la selecţie şi adaptare rapide şi la o diversificare în populaţii cu areal restrâns, bogate în indivizi şi cu ontogenie accelerată prin neotenie (capacitatea de a da naştere la urmaşi prin fructificare în faze foarte tinere).

Schimbarea continuă şi amplă a climatelor, în condiţii de orogeneză şi derivă spre nord, a contribuit şi la accelerarea evoluţiei prin poliploidizare, ceea ce explică expansiunea bruscă şi diversificarea amplă şi rapidă a

angiospermelor cretacice. Insectele devoratoare și polenizatoare au contribuit de asemenea la acest proces, accelerând selecția în direcția formelor cu ovule protejate de ovar și sporind hibridările naturale prin polenizare încrucișată. Polenizarea entomogamă a condus nu numai la perfecționarea pistilului, ci și la modificarea periantului în direcția protejării de coleoptere fitofage a staminelor și carpelelor, apoi, o dată cu apariția lepidopterelor (fluturi) și a himenopterelor (albine ș.a.), în direcția evoluției florii spre tipuri gamopetale, zigomorfe (cu label pentru aterizarea insectelor), melifere (cu formațiuni secretoare). Ulterior, la angiospermele lemnoase, care formau păduri întinse mai mult sau mai puțin pure, cu frunze căzătoare, în ținuturile nordice și temperate, ca și la ierburile din ținuturile reci, evoluția florii (entomogame la origine) a urmat calea aglomerării în amenți și spice, fără țesuturi secretoare de nectar și uleiuri eterice, dar cu mult polen ușor, florile redevenind astfel anemogame, adesea unisexuate.

Realizând o independență accentuată față de apă, angiospermele se prezintă cu gametofitul cu maximă reducere, anterozoizii și-au pierdut flagelii, sporofitul s-a dezvoltat foarte mult, iar semințele protejate de fruct reprezintă un avantaj în răspândirea și asigurarea unor prime condiții favorabile pentru plantula nou formată.

Angiospermele prezintă două clase: *Magnoliatae (Dicotyledonatae)* și *Liliatae (Monocotyledonatae)*.

7.13.1. CLASA MAGNOLIATAE (DICODYLEDONATAE)

Cuprinde plante lemnoase și ierboase a căror rădăcină provine mai frecvent din radicula embrionului, tulpina are cilindrul central de tip eustel, frunzele prezintă îndeosebi nervațiune penată sau palmată, iar florile în mod obișnuit sunt de tipul cinci sau patru. Cu puține excepții, formarea pereților separatori la tetradele de grăunciori de polen are loc numai după cea de-a doua diviziune a nucleului celulei mame. Embrionul prezintă două cotiledoane, excepțional unul singur.

La magnoliate se disting patru trepte de dezvoltare a florii, față de care cele șapte subclase diferențiate în decursul evoluției se află într-un anumit raport (Fig. 7.65 și 7.66).

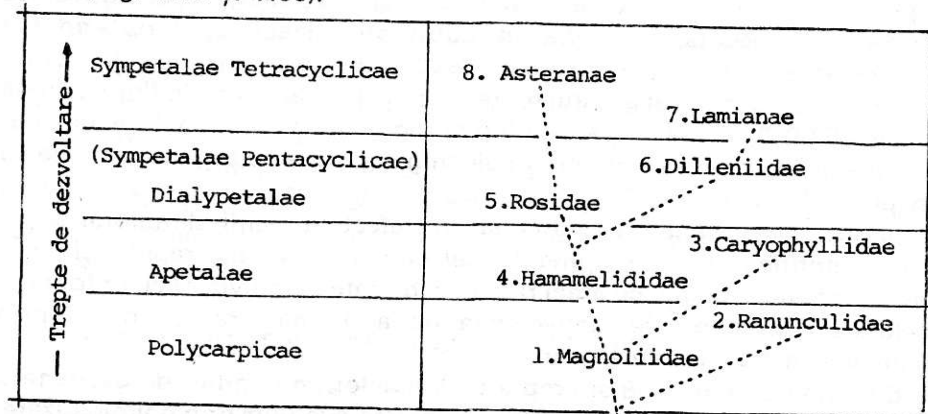


Fig. 7.66 — Treptele de dezvoltare și subclasele de dicotiledonate

Sunt policarpice lemnoase și ierboase, între care numeroase genuri și specii cu organizare mai puțin evoluată a florii, încadrate în familii și ordine cu o poziție inferioară în diferitele modele de sisteme filogenetice bazate pe ipoteza euantică. Caracterele de primitivitate ale florii se referă la periantul format din elemente libere, adesea în număr nestabilizat și nediferențiate în caliciu și corolă, la pluralitatea staminelor și la carpelele de asemenea în număr mare, libere (apocarpe) la cele mai multe magnoliidae; în florile, obișnuit actinomorfe și bisexuate, elementele florale sunt dispuse foarte adesea spirociclic. De remarcat totuși apariția în decursul timpului a unor reprezentanți cu diferite caractere evoluate în organizarea florii: periant diferențiat în caliciu și corolă, elemente florale în număr redus dispuse în cicluri adesea trimere, flori unisexuate, zigomorfie, sincarpie, ovar infer. Polenul magnoliidelor este exclusiv monocolpat (cu un singur șanț), iar frunzele de obicei întregi.

O r d. M a g n o l i a l e s

Grupează familii de plante lemnoase, cele mai multe cu celule secretoare de uleiuri eterice. Frunzele sunt alterne, stipelate sau nestipelate. Se întâlnesc mai ales în regiunile tropicale și subtropicale, unele adevărate fosile vii, supraviețuitoare în ținuturi bogate în plante relictare, altele cu însușiri evoluate. Dintre caracterele arhaice ale unora dintre reprezentanții ordinului, evidențiem: vase lemnoase exclusiv traheide (la *Winteraceae)*, celule anexe provenite din celule inițiale diferite de cele ale tuburilor ciuruite (la *Austrobaileya)*, menținerea deschisă a carpelei până în perioada înfloririi (la *Degeneria)* și prezența în floare a carpelelor numeroase, care vor genera un fruct multiplu cu aspect de con (la *Magnoliaceae)*.

Ordinul cuprinde mai multe familii, dintre care mai cunoscute la noi sunt două, *Magnoliaceae* și *Lauraceae,* prin speciile exotice cultivate pentru ornament.

Fam. Magnoliaceae. Se caracterizează prin reprezentanți lemnoși cu frunze simple, alterne, persistente sau căzătoare, adesea cu dimensiuni mari (0,4–0,8 m la *Magnolia macrophylla)*, prevăzute cu stipele caduce. Florile, mari, bisexuate, au periantul colorat, iar staminele și carpelele dispuse spiralat pe axul floral alungit (Fig. 7.67): $P_{\infty}A_{\infty}G_{\underline{\infty}}$.

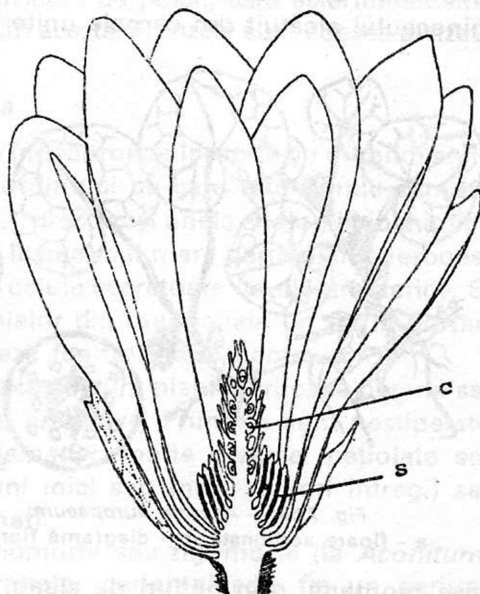


Fig. 7.67 — Floare de Magnolia (secț. long.): s - stamine; c - carpele

Magnoliaceele au cunoscut o mai largă răspândire în terțiar; în prezent se mențin mai ales în sud-estul Asiei și în America de Nord. *Magnolia acuminata* crește spontan în America de Nord, iar la noi se cultivă prin parcuri și grădini. Fiind plantă rezistentă la frig, cu lemn valoros, se recomandă a fi luată în cultură pentru producție de masă lemnoasă. *M. kobus,* originară din Japonia, se cultivă datorită florilor mari, care apar înaintea înfrunzirii. *Liriodendron tulipifera* (arborele de lalele), cu frunze lirate, a fost adus în Europa din America de Nord, ca arbore ornamental.

Fam. Lauraceae. Lauraceele sunt arbori și arbuști cu frunze simple, întregi, nestipelate, dispuse altern, prevăzute, ca și scoarța, cu celule secretoare de uleiuri eterice. Elementele florale se dispun câte trei, în cicluri $* K_3 C_3 A_{3+3+3} G_{(\underline{3}),\underline{1}}$. Fructul este bacă sau drupă.

Laurus nobilis (dafin) este răspândit în regiunea Mării Mediterane; frunzele, persistente, se recoltează în scopuri condimentare și pentru extragerea unor uleiuri. *Cinnamomum,* care creștea în terțiar și pe teritoriul țării noastre, este genul din care fac parte arborele de scorțișoară *(C. zeylanicum)* și arborele de camfor *(C. camphora).* Lauraceele se îndepărtează de magnoliacee și prin organizarea lacunelor și urmelor foliare, astfel că unii autori le separă într-un ordin independent, *Laurales.*

O r d. A r i s t o l o c h i a l e s

Prin structura anatomică, florile trimere și prezența țesuturilor secretoare, aristolochialele se aseamănă cu magnolialele, față de care se prezintă mai evoluate prin concreșterea învelișului floral și prin poziția inferioară a gineceului alcătuit din carpele unite. Ordinul cuprinde o singură familie.

Fam. Aristolochiaceae. Grupează plante ierboase, cu frunze alterne, simple, întregi, reniforme sau cordate, obișnuit nestipelate. Florile sunt actinomorfe sau zigomorfe cu perigon petaloid $* \cdot|\cdot P_{(3),(3+3)} A_{12,6} G_{\overline{(6)}}$. La aristolochiaceele care cresc spontan sau cultivate în cuprinsul țării noastre, fructul este o capsulă.

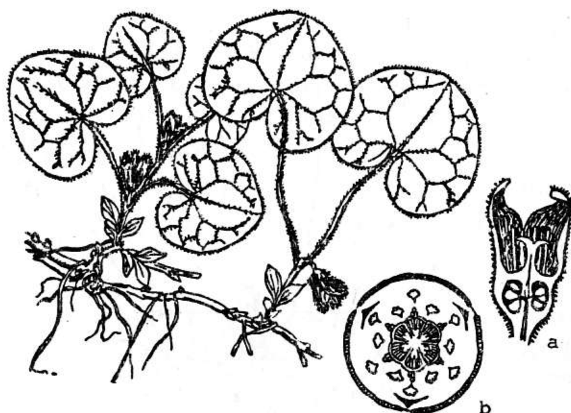


Fig. 7.68 — Asarum europaeum:
a - floare secționată; b - diagramă florală

Asarum europaeum (pochivnic, piperul lupului – Fig. 7.68) este frecventă din regiunea de câmpie până în cea montană, prin păduri de șleau, făgete și făgeto-gorunete, pe soluri revene, bogate în humus de tip mull. *Aristolochia pallida* crește sporadic prin păduri termofile și tufărișuri.

O r d. N y m p h a e a l e s

Ordin de plante acvatice care prin unele caractere (flori hemiciclice) se apropie și de ranunculale, pe când structura anatomică a rizomului, tipul de polen și florile trimere ale unora dintre reprezentanți arată înrudiri cu ordinul *Alismatales* din monocotiledonate.

Fam. Nymphaeaceae. Plante de apă stătătoare sau lin curgătoare, fixate în mâl prin rizomi cu rădăcini adventive. Florile sunt mari, bisexuate, cu ovarul superior sau inferior: $*K_{5-4}C_{\infty-6}\ A_{\infty-6}G_{(\infty-3)}$.

Este familia din care fac parte nufărul alb *(Nymphaea alba* - Fig. 7.69), nufărul galben *(Nuphar luteum)* și renumitul nufăr din apele termale de lângă Oradea *(Nymphaea lotus* var. *thermalis)* care a supraviețuit din perioada terțiară.

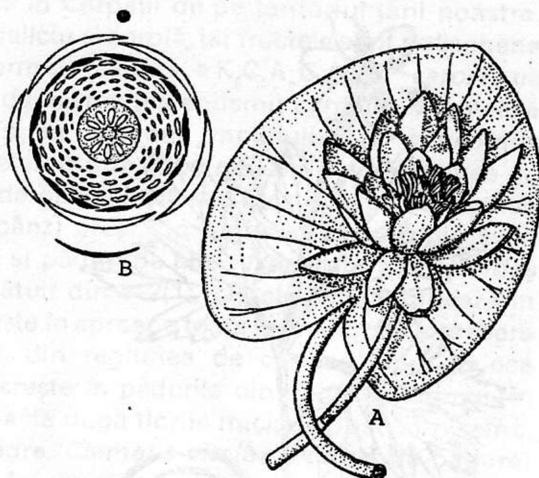


Fig. 7.69 — Nymphaea alba:
A - frunză și floare; B - diagramă florală

SUBCLASA RANUNCULIDAE

Se individualizează mai ales prin tipul de polen, care este întotdeauna tricolpat (cu trei șanțuri) sau derivat din acesta. Frunzele sunt adesea divizate.

O r d. R a n u n c u l a l e s

Constituie o unitate sistematică îndeaproape înrudită cu magnolialele, cu care mulți dintre reprezentanții ordinului au caractere florale comune (polimerie, spirociclie, apocarpie etc.), precum și unele analogii biochimice. Spre deosebire de magnoliale, sunt în cea mai mare parte plante ierboase fără rădăcină principală și lipsite de celule secretoare de uleiuri eterice. Se presupune că în evoluția ranunculalelor din magnoliale un rol important l-a avut trecerea la fructificare în faze foarte tinere (neotenie).

Fam. Ranunculaceae. Ranunculaceele sunt plante ierboase perene sau anuale, mai rar liane *(Clematis)* sau arbustive. Frunzele sunt nestipelate, alterne (excepțional opuse – la *Clematis),* foarte diverse: pețiolate sau sesile, simple (prevăzute cu inciziuni mici sau mari, rareori întregi) sau compuse (obișnuit după tipul palmat).

Prezintă flori viu colorate, actinomorfe sau zigomorfe (la *Aconitum),* obișnuit bisexuate, și ele foarte variate: periantul este fie un perigon petaloid cu număr diferit de elemente (după genuri și specii), adesea nestabilizat (variază la diferiți indivizi ai speciei), fie diferențiat în caliciu

și corolă; între periant și androceu se află de obicei nectarine de diferite forme, provenite din metamorfozarea petalelor; staminele și carpelele sunt numeroase, libere și dispuse spiralat, însă cele din urmă pot fi și în număr redus (2–1 la *Actaea)*. Din gineceu, dispus aproape fără excepție superior, se formează fructe multiple (polifolicule, poliachene), foarte rar bace.

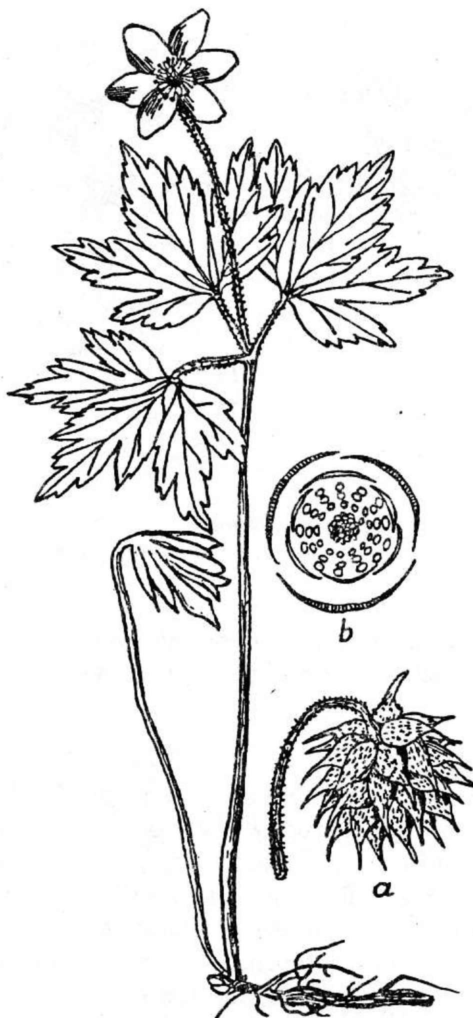


Fig. 7.70 — Anemone nemorosa:
a - poliachenă; b - diagramă florală

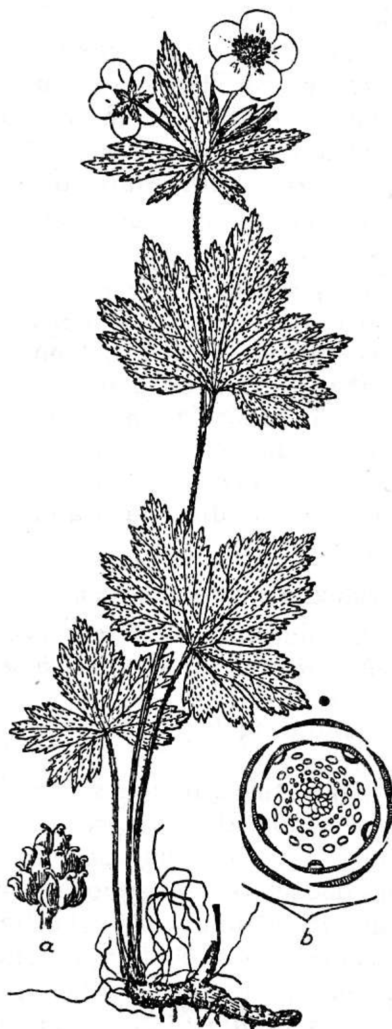


Fig. 7.71 — Ranunculus carpaticus:
a - poliachenă; b - diagramă florală

Familie foarte bogată în specii, răspândite în regiunea holarctică (ținuturile din jurul Polului Nord), multe toxice datorită conținutului de alcaloizi.

Anemone prezintă tulpina cu un verticil din trei frunze involucrale de forma frunzelor bazale. *A. nemorosa* (păștiță albă – Fig. 7.70) este comună

în păduri de foioase și în amestecuri de fag cu rășinoase; pe tulpina aeriană se află, deasupra verticilului de frunze involucrale, o singură floare cu perigon alb din 6–8 tepale (rareori până la 12). *A. ranunculoides* (păștiță galbenă) are cele trei frunze involucrale foarte scurt pețiolate și perigonul de culoare galbenă, mai adesea din 5 tepale. *Hepatica transsilvanica* (crucea voinicului) este endemică în Carpații de pe teritoriul țării noastre.

Ranunculus prezintă flori cu caliciu și corolă, iar fructele sunt poliachene din elemente scurt rostrate (formula florală $*K_5C_5A_\infty G_{\underline{\infty}}$). *R. carpaticus* (gălbinele de munte – Fig. 7.71), de asemenea endemit carpatic, vegetează în subzona fagului, sporadică și în subzona molidului. *R. auricomus* (piciorul cocoșului) are frunzele heteromorfe, fiind răspândit din regiunea de câmpie până în cea montană, unde obișnuit nu depășește subzona fagului.

Helleborus purpurascens (spânz) crește în regiunea de câmpie și în cea montană, prin șleauri, făgete și păduri de chei. *Isopyrum thalictroides* (găinuși) prezintă un gineceu alcătuit din 3–2(1) carpele care evoluează în folicule scurt pedicelate; se întâlnește în aproape toate formațiunile forestiere (lipsește din pădurile termofile), din regiunea de câmpie până în cea montană. *Actaea spicata* (orbalț) crește în pădurile din subzona fagului, în stațiuni cu soluri jilave; se recunoaște după florile mici, dispuse în raceme, și mai ales după fructele bace negre. *Clematis vitalba* (curpen de pădure) este plantă lemnoasă volubilă, cu frunze opuse și achene prevăzute cu câte o prelungire păroasă. *Aconitum moldavicum* (omag) prezintă tepala superioară (coiful) a perigonului albastru de 3 ori mai înaltă decât lată; este o plantă toxică de pădure.

Alte specii: *Caltha laeta* (prin zăvoaie cu anin), *Trollius europaeus* (în pajiști umede), *Consolida regalis* (buruiană prin semănături), *Adonis vernalis* (pajiști mai uscate).

Fam. Berberidaceae. Familie de plante lemnoase și ierboase cu frunze caduce sau persistente, alterne, simple sau compuse. În cilindrul central al tulpinii, fasciculele libero-lemnoase sunt împrăștiate (atactostel) ca la monocotiledonate. Florile sunt actinomorfe, trimere: $*K_{3+3}C_{3+3}A_{3+3}G_{\underline{1}}$, iar fructele bace sau capsule.

Berberis vulgaris (dracila – Fig. 7.72) este un arbust spinos cu fructe bace roșii, întâlnit mai ales în etajul colinar, pe soluri cu substrat calcaros, adesea superficiale și afectate de

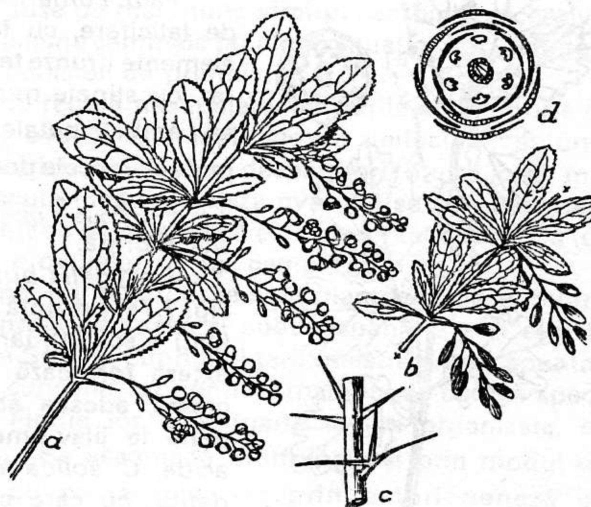


Fig. 7.72 — Berberis vulgaris: ramură floriferă (a), fructiferă (b) și cu spini (c); d - diagramă florală

eroziune. *Mahonia aquifolium*, originară din America de Nord, se cultivă prin parcuri.

O r d. P a p a v e r a l e s

Papaveralele sunt plante mai frecvent ierboase, având țesuturile prevăzute cu laticifere articulate sau cu celule secretoare dispuse în șiruri lungi. La floarea bisexuată, caliciul este format din 2 sepale caduce, uneori reduse, corola din 2 cicluri de câte două petale, iar staminele sunt la unii reprezentați în număr mare, la alții 4-2 sau 2 fascicule. Gineceul este superior din 20–2 carpele concrescute prin margini. În ovar, care este deci paracarp, marginile carpelelor poartă placentele cu ovule (placentație parietală).

Ordinul prezintă afinități biochimice cu ranunculalele și magnolialele. Floarea, cu carpele și stamine numeroase, precum și structura stomatelor evidențiază, de asemenea, apropierea filogenetică a papaveralelor de ordinul *Ranunculales*.

Fam. Papaveraceae. Plante bogate în alcaloizi, unii cu proprietăți medicinale, prevăzute cu frunze alterne, fără stipele. Florile sunt actinomorfe, dimere $*K_2C_{2+2}A_{\infty-4}G_{(\underline{\infty-2})}$. Fructul predominant este capsula.

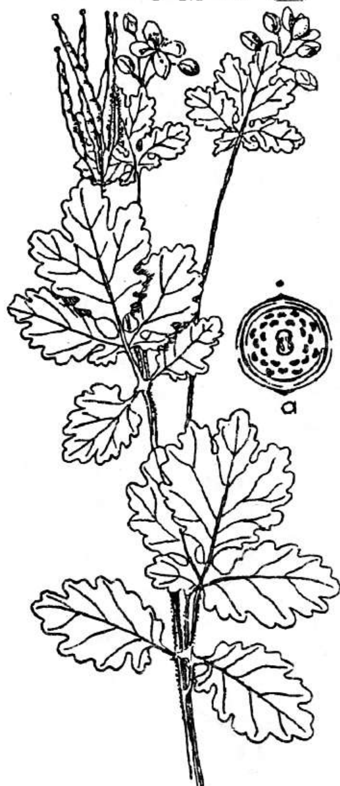


Fig. 7.73 — Chelidonium majus: a - diagramă florală

Chelidonium majus (negelarița – Fig. 7.73), plantă nitrofilă, cu gineceu bicarpelar din care se formează o capsulă alungită; conține latex de culoare portocalie. *Papaver* (mac) este genul din care fac parte unele specii de interes alimentar și medicinal *(P. somniferum* – mac), ornamental *(P. orientale* – mac turcesc) și unele buruieni *(P. rhoeas* – mac roșu).

Fam. Fumariaceae. Cuprinde plante lipsite de laticifere, cu frunze compuse din câte 3 elemente (frunze ternate), fără stipele sau, foarte rar, cu stipele mici. În florile zigomorfe, una sau ambele petale ale ciclului extern formează pinteni, iar cele două stamine sunt triramificate $\cdot|\cdot K_2C_{2+2}A_{2(\times 3)}G_{(\underline{2})}$. Fructul este o capsulă silicviformă.

Corydalis bulbosa (C. cava) (brebenel – Fig. 7.74) prezintă în tubercul o cavitate *(cavus* (lat.) = scobit), iar petala superioară a ciclului extern formează pintenul și labiul superior; crește, adesea abundentă, pe soluri revene până la jilav-umede, slab până la moderat acide. *C. solida* este asemănătoare cu precedenta, cu care crește adesea împreună; se recunoaște după prezența unei frunze scvamiforme inferioare și după bracteele digitat incizate.

SUBCLASA CARYOPHYLLIDAE

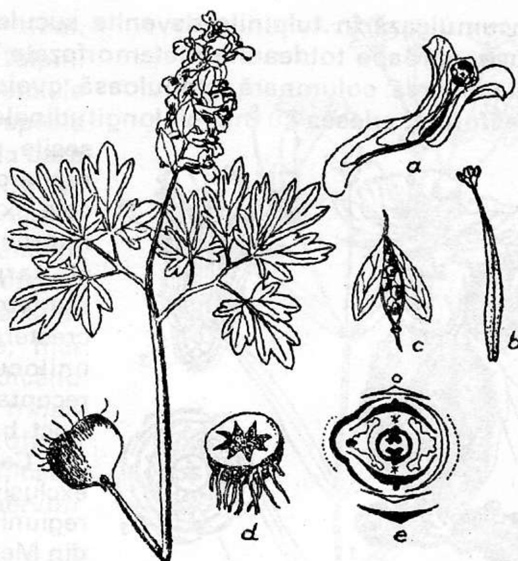


Fig. 7.74 — Corydalis bulbosa: a - secțiune prin floare; b - stamină triramificată; c - fruct; d - secțiune prin tubercul; e - diagramă florală

Cariofilidele s-au desprins ca ramură evolutivă din magnoliidele primitive. Sunt caracterizate prin reprezentanți lemnoși (cele mai primitive) până la ierboși, cu frunzele simple și cu marginea întreagă (neincizate), întâlniți adesea pe soluri salifere sau uscate (mai puțin prin păduri).

Florile sunt mai adesea bisexuate cu periant simplu sau dublu, din elemente libere (sau concrescute la cele mai evoluate). La unele grupe perigonul este slab dezvoltat, la altele poate fi petaloid (petalele provenind din stamine). Se poate evidenția și aici o evoluție în direcția simplificării: de la gineceu pluricarpelar și apocarp (ca la multe magnoliide), cu ovule numeroase, la gineceu oligocarpelar sincarp cu ovule puține (până la unul singur) și placentație centrală.

Ord. Caryophyllales (Centrospermae)

Este constituit din familii de plante ierboase, precum și unele lemnoase cu îngroșări secundare produse de mai multe straturi cambiale succesive. Formarea succesivă de meristeme cambiale (analogă situației de la felogen) este considerată drept un caracter de primitivitate.

Frunzele sunt simple, de regulă nestipelate, iar florile actinomorfe cu periant dublu sau simplu; ovarul este mai adesea unilocular, datorită resorbției în decursul evoluției a pereților despărțitori dintre cele mai adesea 5–2 carpele concrescute (uneori la baza ovarului se mai păstrează o compartimentare). Deosebit de caracteristică este placentația centrală (de unde și numele ordinului) a ovulelor de tip campilotrop.

Fam. Aizoaceae. Cele mai multe aizoacee sunt plante ierboase, puține sunt sublemnoase. Au frunzele cărnoase și sunt răspândite mai ales în regiunile aride din Africa de Sud (în cuprinsul țării noastre crește spontan planta de nisipuri *Mollugo cerviana,* iar pentru ornament se cultivă specii de *Mesembryanthemum).* Florile lor sunt foarte divers organizate, cu polimerie $*P_{\infty-5-4}A_{\infty-5-3}G_{(\infty-2),\overline{(\infty-2)}}$. Se aseamănă morfologic și prin modul de dezvoltare a gineceului cu cactaceele, iar prin embriogeneză cu plumbaginaceele.

Fam. Cactaceae. Prezintă, de asemenea, adaptări legate de condițiile de uscăciune, dar, spre deosebire de familia precedentă, rezervele de apă

se acumulează în tulpinile devenite suculente, în timp ce frunzele sunt reduse, aproape totdeauna metamorfozate în spini. Forma tulpinilor este foarte diversă: columnară, globuloasă, ovoidală, turtită în forme de frunze, flageliformă, adesea cu muchii longitudinale și părți articulate. Florile sunt sesile și au periantul din elemente numeroase (Fig. 7.75), dispuse spiralat, cele externe în formă de sepale, cele interne în formă de petale; staminele și carpelele sunt, de asemenea, numeroase $* \cdot | \cdot K_{\infty} C_{\infty} A_{\infty} G_{\overline{(\infty-4)}}$. Din concreșterea carpelelor a rezultat un ovar unilocular, care este scufundat în receptacul (ovar inferior). Au ca tip de fruct baca.

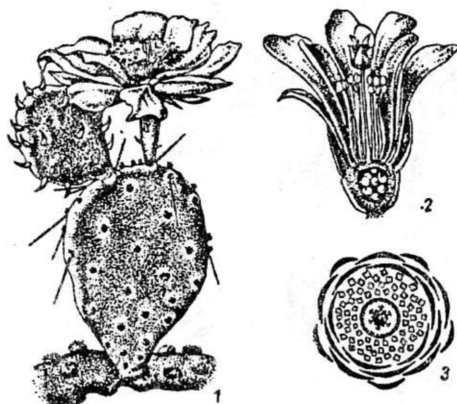


Fig. 7.75 — Opuntia ficus-indica: 1 - ramură cu floare; 2 - floare în secț. long.; 3 - diagramă florală

Cactaceele cresc spontan aproape exclusiv pe continentul american, în regiunile deșertice și în semideșerturile din Mexic și sudul Statelor Unite, dând aspectul caracteristic ținuturilor de pustiu. Cea mai impresionantă ca dimensiune este specia *Cereus giganteus,* cu tulpinile lignificate, înalte până la 20 m.

Mulți cactuși se cultivă și la noi prin sere și apartamente, datorită formei interesante a tulpinilor și florilor aspectuoase: *Opuntia ficus-indica* (limba soacrei), apoi *Phyllocactus ackermanni* (limbă) ale cărui tulpini au formă de frunze, *Epiphyllum truncatum* (crăciuniță) și, dintre cei cu tulpina globuloasă, *Echinocactus.*

Fam. Caryophyllaceae. Cariofilaceele sunt îndeosebi plante ierboase, răpândite pe întreg globul, lesne de recunoscut datorită frunzelor simple, întregi, dispuse opus și decusat* și florilor grupate în dicazii caracteristice. Formula florală mai frecventă este $*K_{5,(5)} C_5 A_{5+5} G_{\underline{(5-2)}}$. La unele genuri și specii însă structura florii s-a simplificat prin reduceri: se întâlnesc situații cu un singur ciclu de stamine (din 5 ori chiar 3 elemente) sau cu corola absentă. De regulă, fructul este o capsulă multispermă, dehiscentă prin dințișori terminali. La florile simplificate ovarul conține mai puține ovule (până la unul, și în acest caz se formează în locul capsulei un fruct monosperm, achena).

În cadrul cariofilaceelor se conturează două grupe mari: subfamilia *Alsinoideae* care reunește reprezentanții cu caliciul dialisepal și ovarul lipsit de ginofor și subfamilia *Silenoideae* la care aparțin genurile cu sepalele unite (formând un tub), petalele devenite lung ungviculate și ovarul prins pe un ginofor (la fructificație, carpofor).

Dintre alsinoidee, unele sunt răspândite prin păduri. Genul *Stellaria* are petalele profund despicate. *S. holostea* (rocoină – Fig. 7.76) se recunoaște după tulpina 4-unghiulară, glabră; crește cu preferință în

---

*) decusat – perechile de frunze de la nodurile vecine sunt orientate aproximativ în unghi drept unele față de altele.

șleaurile de câmpie și de deal. *S. nemorum* (steluță) prezintă tulpini florifere cilindrice, păroase și petalele mai adânc despicate; este o specie montană, răspândită mai ales la baza versanților umbriți. *Cerastium* se caracterizează prin petale despicate numai până la mijloc. *C. sylvaticum* (cornuț) are frunzele mari și petalele mai lungi decât caliciul; apare sporadic prin pădurile umbroase, mai ales la marginea pâraielor, indicând umiditate ridicată. *Moehringia trinervia* se caracterizează prin tulpini culcate sau erecte, puternic ramificate, cu frunzele ovate având 3 (5) nervuri mai pronunțate.

Subfam. Silenoideae, de asemenea cu reprezentanți numeroși, cuprinde plante de pădure și de pajiști (fânețe, pajiști de stâncărie, de locuri nisipoase, de sărături). *Silene nutans* (milițea) (Fig. 7.77) crește mai ales în păduri de cvercinee și în șleauri. *Lychnis coronaria* (curcubeu) este una dintre cele mai frumoase cariofilacee sălbatice din pădurile termofile de cvercinee; corola, din petale mari și întregi, este purpurie. *Dianthus superbus* (garoafă) se recunoaște după petalele albe sau roze, cu lamina fimbriată; crește prin fânețe și păduri de gorun ori de stejar dumbrăvite.

Alte silenoidee demne de menționat sunt *Dianthus carthusianorum* (garofiță), cea mai comună dintre garoafele de fânețe și *D. callizonus* (garofița Pietrei Craiului), endemit ocrotit de lege datorită rarității sale.

Fam. Chenopodiaceae. Se individualizează în cadrul ordinului prin florile foarte simple (Fig. 7.78) și totodată cele mai reduse ca dimensiuni. Față de organizarea florală mai des întâlnită $*P_5A_5G_{(2)}$, multe dintre chenopodiacee prezintă unele simplificări. Astfel, la

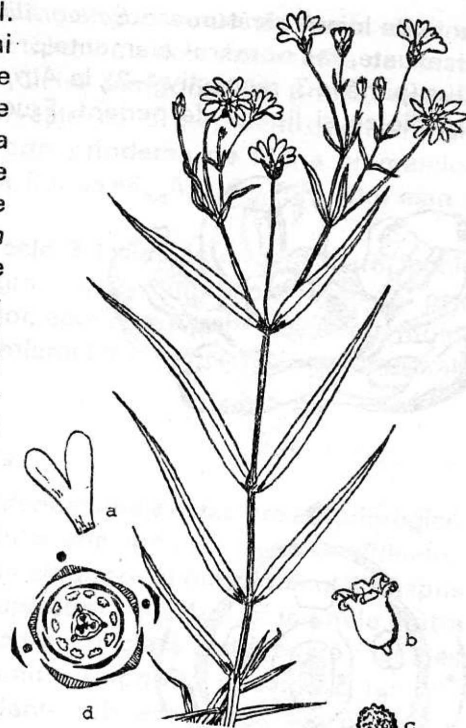


Fig. 7.76 — Stellaria holostea: a - petală; b - fruct deschis; c - sământă; d - diagramă florală

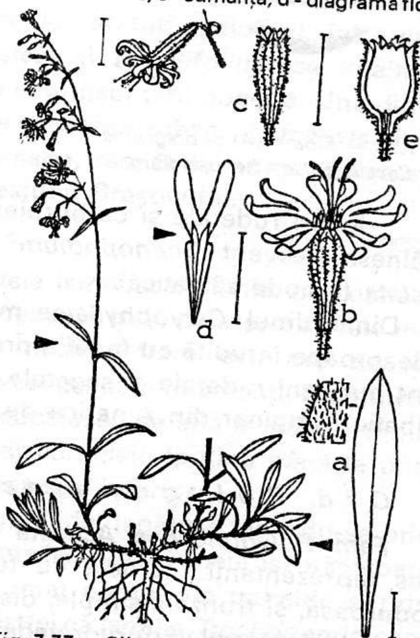


Fig. 7.77 — Silene nutans: a - frunză mărită; b - floare; c - caliciu; d - petală; e - fruct

planta de locuri sărăturoase *Salicornia herbacea* (brâncă) florile au devenit unisexuate, iar numărul elementelor perigonului și androceului este mai redus (până la 3, respectiv 1–2), la *Atriplex* (lobodă) florile mai multor specii sunt dioice și lipsite de periant. Fructul este achenă sau capsulă.

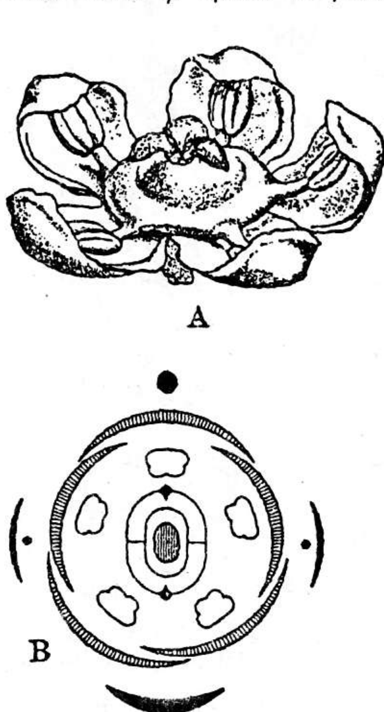


Fig. 7.78 — Floare (A) și diagramă florală (B) la Chenopodium



Fig. 7.79 — Rumex obtusifolius: a - frunză bazală; b - fruct; *Floare (1) și diagramă florală (2) la* **Polygonum**

În locuri ruderale și ca buruieni prin culturi agricole și pepiniere se întâlnesc frecvent *Chenopodium album* (spanac sălbatic) și *Atriplex hastata* (loboda sălbatică).

Din ordinul *Caryophyllales* mai face parte familia *Amaranthaceae,* îndeaproape înrudită cu familia precedentă. Speciile genului *Amaranthus* sunt buruieni ruderale și segetale, mai cunoscut fiind *A. retroflexus* (știr sălbatic), originar din America de Nord.

Ord. Polygonales

Fam. Polygonaceae. Această singură familie a ordinului deține mai ales reprezentanți ierboși cu tulpina din numeroase articole, uneori noduroasă, și frunzele simple, dispuse altern. Stipelele sunt unite într-un cornet protector al vârfurilor vegetative, străbătut apoi de axul în creștere și devenit tub membranos denumit ochree.

Ca plante cu polenizare anemofilă, poligonaceele au florile mici, cu periant simplu (Fig. 7.79) (la puținele specii cu flori entomofile ca hrișca se întâlnește un perigon petaloid). Ciclul perigonial al unora, devenit persistent (la *Rumex* – măcriș), servește ca organ pentru diseminare anemochoră, hidrochoră sau chiar, prin prinderea de blana animalelor, pentru diseminare zoochoră. Formula florală $*P_{6-3}A_{9,8-3}G_{\underline{(4-2)}}$. Fructul este o achenă, mai adesea în trei muchii.

Rumex obtusifolius (ștevie) are cele 3 lacinii interioare (care închid fructul) ovat triunghiulare, pe margini cu 2–5 dințișori; abundă prin buruienișurile de la marginea zăvoaielor, apoi prin parchete și livezi; indică soluri cu conținut ridicat de azot și microclimate mai reci, cu umezeală atmosferică și edafică.

O r d. P l u m b a g i n a l e s

Reprezintă o unitate la care s-au evidențiat unele caractere embriologice, precum și de structură a florii și seminței analoge celor ale cariofilalelor. Așa bunăoară ovarul pluricarpelar cu un singur ovul lung funiculat, dispus pe o placentă centrală, se întâlnește, după cum s-a arătat, și la unele dintre cariofilacee. Poziția lor superioară în cadrul subclasei este legată mai ales de învelișurile florale din elemente unite. Cuprinde o singură familie.

Fam. Plumbaginaceae. Grupează plante ierboase și arbustive cu frunze simple, lipsite de stipele și flori pentamere $*K_{(5)}C_{(5)}A_{0+5}G_{\underline{(5)}}$ reunite în capitule (la *Armeria)* sau cime (la *Statice).* Fructul este capsulă sau achenă.

Multe plumbaginaceae sunt plante de sărături (halofite), între care *Limonium gmelini (Statice gmelini)* (sică) și *L. latifolium* se întâlnesc frecvent și pe terenurile sărăturoase din cuprinsul țării noastre. Una dintre raritățile floristice de la noi este *Armeria maritima* subsp. *barcensis* (jimla Țării Bârsei), endemit al ținuturilor bârsane, răspândit numai în câteva puncte din mlaștinile eutrofe ale Depresiunii Brașovului.

SUBCLASA HAMAMELIDIDAE (AMENTIFERAE)

Între hamamelidide predomină plantele lemnoase. Florile, bisexuate la origine, devin pe parcursul evoluției unisexuate (prin avortare) la cele mai multe din familiile și genurile actuale. Învelișul floral este mai adesea simplu sau lipsește, iar florile sunt de obicei grupate în amenți. Staminele, numeroase la unii dintre reprezentanții subclasei, se află în număr redus la alții (o stamină, la unele urticacee), iar carpelele (puține până la una) pot fi libere sau unite, cu ovarul superior sau inferior.

Hamamelididele au evoluat din magnoliide, legătura făcându-se prin ordinul *Trochodendrales* care cuprinde plante lemnoase, unele asemănătoare magnolialelor prin anatomia lemnului format numai din traheide și prin florile bisexuate, polimere și entomofile, astfel că familia *Trochodendraceae* este adesea subordonata ordinului *Magnoliales.*

Ord. Hamamelidales

Constituie o unitate veche, cunoscută încă din Cretacic, așezată alături de ordinul *Trochodendrales* la baza filiațiilor din cadrul amentiferelor. Genurile și speciile actuale, unele cu caractere arhaice, cresc spontan în ținuturile calde și temperate. Caracterele de primitivitate întâlnite la unii dintre reprezentanți evidențiază originea ordinului (și prin el a subclasei) în policarpicele străvechi. Acestea se referă la lemnul secundar cu pereții terminali ai elementelor de vase prevăzuți cu perforații scalariforme, la numărul mare de stamine din florile actinomorfe, la carpelele libere și la fecundarea întârziată (5–7 luni de la polenizare), proprie și unora dintre magnoliale ca și multora dintre gimnosperme. Mai bine cunoscută este la noi familia *Platanaceae,* cu un singur gen, *Platanus,* de plante lemnoase cu frunze palmat lobate și flori unisexuate, 3–8-mere, grupate în inflorescențe globuloase.

Ord. Urticales

Plante lemnoase și mai puține ierboase, ale căror frunze, mai adesea simple, sunt stipelate și prevăzute frecvent cu peri aspri. Țesuturile secretoare sunt mai mult sau mai puțin dezvoltate, reprezentate prin laticifere nearticulate, peri și canale secretoare. Unele posedă fibre liberiene lungi.

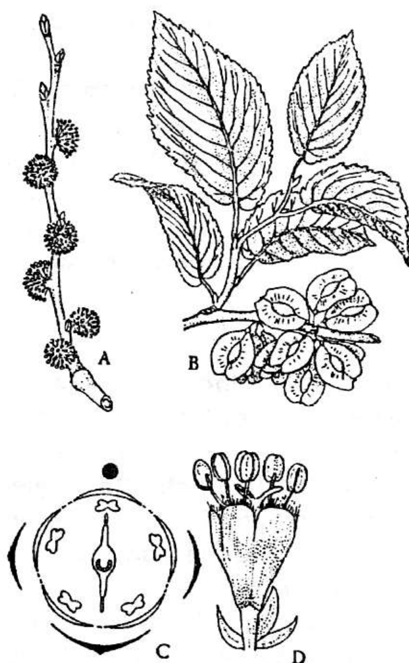


Fig. 7.80 — Ulmus minor: A - ramură cu flori; B - ramură cu frunze și fructe; C - diagramă florală; D - floare cu trei bractee

Se caracterizează prin flori mici, anemofile, obișnuit grupate în cime dense. Florile sunt bisexuate (la ulmacee, considerate mai primitive) sau unisexuate (la celelalte familii), cu perigonul și androceul din 6–4 elemente, iar gineceul din 2–1 carpele.

Fam. Ulmaceae. Familie de arbori și arbuști cu frunze alterne, mai adesea asimetrice, aspru păroase. Florile, obișnuit bisexuate, au periantul mai mult sau mai puțin campanulat, persistent, androceul izomer epitepal (fiecare stamină se află deasupra câte unei foliole perigoniale) și gineceul superior, bicarpelar $*P_{6-4}A_{6-4}G_{(2)}$. Fructul este samară, achenă sau, mai rar, drupă (la *Celtis australis* – sâmbovina).

Ulmus glabra (U. montana) (ulm de munte) are frunzele evident asimetrice, cu pețiolii scurți; crește diseminat în regiunea montană și în cea colinară, mai ales în păduri umbroase. *U. minor (U. campestris)* (ulm de câmp – Fig. 7.80) prezintă samare cu semințele dispuse excentric,

iar frunzele mai lung pețiolate; se întâlnește în etajul planar și în cel colinar. *U. laevis* (velniș) este o plantă de zăvoaie.

Fam. Moraceae. Moraceele sunt arbori, arbuști și liane cu frunze alterne, având marginea întreagă ori incizată. Numeroși reprezentanți ai familiei prezintă laticifere nearticulate. Florile, unisexuate monoice, sunt condensate în inflorescențe (mai adesea cimoase), alcătuind ansambluri foarte variate. Periantul, simplu și persistent, devine adesea cărnos, acumulând substanțe nutritive mai ales spre maturitatea fructelor. Formulele florale sunt: $♂*P_{4,6-2}A_{4,6-2}$; $♀*P_{4,6-2}G_{(2),(\bar{2})}$. Gineceul are ovarul superior sau inferior, unilocular, cu un singur ovul, iar stilele sunt filiforme. Fructele sunt achene sau drupe mici, reunite într-un fruct fals și compus, la alcătuirea căruia participă perigonul (la *Morus*), receptaculul sau axul inflorescenței.

Dintre reprezentanții acestei familii, în țara noastră se cultivă mai ales dudul *(Morus alba* și *M. nigra)* cu utilizări în alimentație (fructele – soroze comestibile), în industria lemnului și în sericicultură, maclura *(Maclura aurantiaca)* ca arbore ornamental și în garduri vii și smochinul *(Ficus carica)* mai ales în sudul țării.

Fam. Cannabaceae. Se caracterizează prin reprezentanți plante ierboase lipsite de laticifere, cu frunzele simple sau compuse, stipelate, alterne, și cu flori unisexuate, obișnuit dioice, cu periantul din 5 elemente (cel al florilor femele foarte redus): $♂* P_5A_5$; $♀* P_5G_{(2)}$. Fructele sunt achene.

Humulus lupulus (hamei – Fig. 7.81) crește spontan prin zăvoaie și cultivat datorită inflorescențelor femele bogate în „lupulină", substanță folosită la aromarea berii. Pentru fibrele sale textile, se cultivă cânepa *(Cannabis sativa)*, care conține și unele substanțe cu proprietăți medicinale.

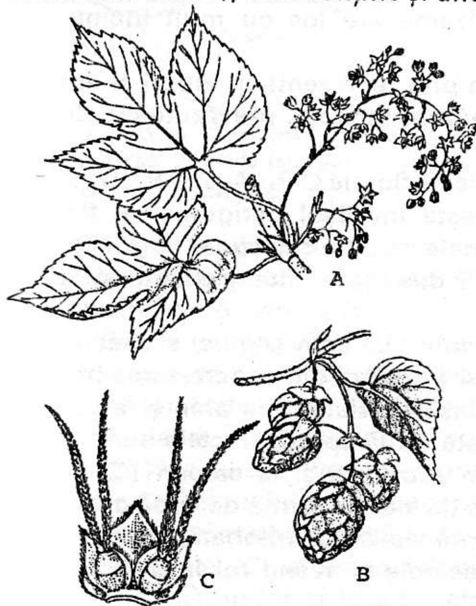


Fig. 7.81 — Humulus lupulus: A - ramură ♂ floriferă; B - ramură ♀ fructiferă; C - bractei cu 2 flori femele

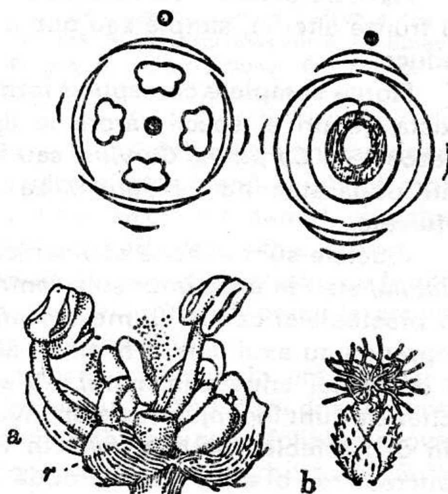


Fig. 7.82 — Urtica dioica: a - floare masculă cu diagramă; b - floare femelă cu diagramă; r - ovar rudimentar

Fam. Urticaceae. Aparțin aici plante ierboase și (unele exotice) lemnoase, adesea prevăzute cu peri urticanți.Florile sunt unisexuate, dioice sau monoice, cu periantul simplu $♂P_{5-4}A_{5-4}$; $♀P_{5-4}G_{(2)}$. Atât numărul tepalelor cât și cel al staminelor se reduce la unii dintre reprezentanți. Fructele sunt achene sau drupe, înconjurate de periantul persistent.

Urtica dioica (urzică – Fig. 7.82), ca plantă nitrofilă însoțește mai ales gospodăriile țărănești, dar se îndesește și în tăieturile de pădure (parchete), urmare a nitrificărilor active din sol după eliminarea stratului arborescent. Ramia *(Boehmeria nivea)* este o plantă tropicală din care se obțin fibre textile foarte rezistente.

O r d. F a g a l e s

Constituie un ordin important prin numărul mare de reprezentanți (arbori și arbuști) forestieri, caracteristici mai ales emisferei de nord. Prezintă frunze alterne, simple (mărunt incizate sau lobate), stipelate și flori obișnuit unisexuate monoice, cu periantul nediferențiat, uneori absent. Staminele sunt epitepale sau numeroase, iar gineceul are ovarul inferior. Amenții, proprii reprezentanților acestui ordin, sunt în realitate inflorescențe compuse, pentru că în axila bracteelor, dispuse pe axe ± alungite, stau dicazii, obișnuit triflore, aflate în diferite grade de reducere prin lipsa unora dintre bracteolele florilor, a unor foliole perigoniale, a unora dintre stamine și chiar a unor flori întregi (Fig. 7.83). Uneori simplificarea a mers până la menținerea a câte unei singure flori în axila bracteelor. La speciile indigene înflorirea precede sau are loc o dată cu pornirea mugurilor foliari. Sunt plante anemofile la care polenizarea are loc cu mult înainte de maturarea ovulului.

Fam. Betulaceae. Se caracterizează prin reprezentanți arbori și arbuști cu frunze alterne, simple sau dublu mărunt incizate, prevăzute cu stipele caduce.

Florile complete corespund formulelor florale $♂P_{2+2}A_{2+2}$; $♀P_{2+2}G_{\overline{(2)}}$, însă există genuri și specii cărora le lipsește învelișul perigonial al florilor mascule (la *Carpinus, Corylus)* sau femele (la *Alnus, Betula)* (Fig. 7.83) ori câte două stamine (la *Betula)*. La unii din reprezentanți staminele sunt bifurcate.

Fructele sunt achene sau samare mici. La anin *(Alnus)* și mesteacăn *(Betula)* stau în axila unor solzi lemnoși (rezultați din concreșterea bracteii cu bracteolele) caduci la mesteacăn, însă persistenți la anin și alcătuind împreună cu axul conuri mici. La aceste două specii, fructele sunt turtite și de obicei aripate (samare). La alun *(Corylus)* și la carpen *(Carpinus)* achenele sunt înconjurate de un înveliș (la alun în formă de cupă provenită din 3 bracteole, iar la carpen în formă de aripă trilobată, formată din concreșterea bracteii cu cele două bracteole și având rol în diseminarea anemochoră).

Alnus (anin) este un gen de arbori și arbuști cu creștere monopodială și stamine neramificate; amenții masculi și cei femeli se formează în anul

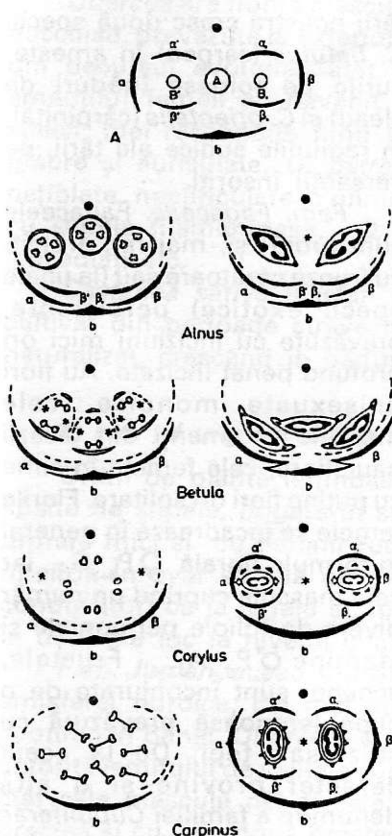


Fig. 7.83 — Diagrama dicaziilor la betulacee: mascule (stânga) femele (dreapta)

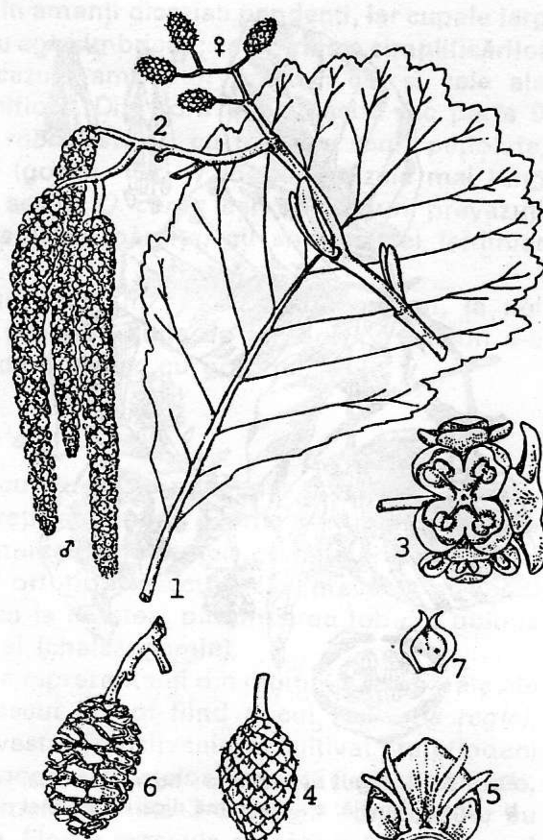


Fig. 7.84 — Alnus glutinosa: 1 - frunză; 2 - ramură înflorită; 3 - dicaziu mascul; 4 - inflorescență femelă; 5 - dicaziu femel; 6 - con cu fructe; 7 - achenă

precedent. *A. glutinosa* (anin negru – Fig. 7.84) crește în regiunea de câmpie și de deal. *A. incana* (anin alb) ajunge până la etajul montan mijlociu, iar *A. viridis* (anin verde) este o specie montană (– subalpină).

Betula (mesteacăn), cu mai multe specii arborescente și arbustive, are creșterea simpodială și staminele ramificate; amenții masculi se formează în anul precedent, iar cei femeli în anul înfloririi. *B. pendula* are lujerii anuali glabri, verucoși, iar *B. pubescens* tomentoși.

Corylus (alun) prezintă florile mascule grupate în amenți, iar cele femele pe timpul înfloririi acoperite în muguri, având afară doar stigmatele roșii; achena, numită alună, este înconjurată de o cupă foliacee provenită din bracteole. *C. avellana* (alunul comun) este un arbust răspândit la marginea pădurilor și în arborete cu consistență redusă.

Carpinus are inflorescențe femele sub forma unui con lax, cu solzii mari, proveniți din concreșterea bracteii cu două bracteole. În cuprinsul



Fig. 7.85 — *Fagus sylvatica:* a - floare masculă; b - floare femelă; c - diagrama dicaziului femel

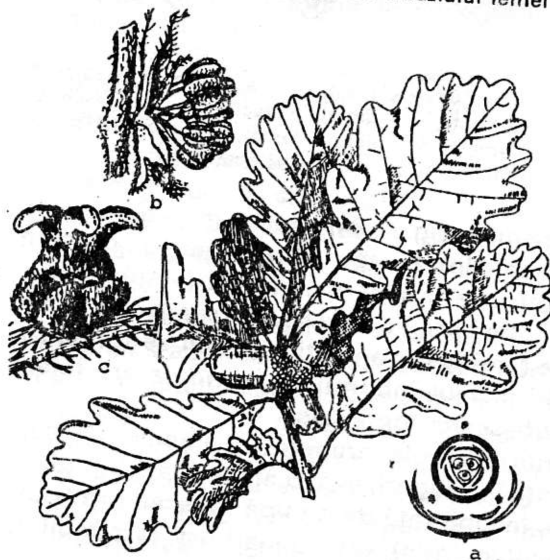


Fig. 7.86 — *Quercus petraea:* a - diagrama dicaziului femel; b - floare masculă; c - floare femelă

țării noastre cresc două specii: *C. betulus* (carpen) în amestecurile de foioase (păduri de șleau) și *C. orientalis* (cărpiniță), în regiunile sudice ale țării, pe versanții însoriți.

Fam. Fagaceae. Fagaceele sunt arbori și, mai rar, arbuști cu frunze căzătoare sau (la unele specii exotice) persistente, prevăzute cu inciziuni mici ori profund penat incizate. Au flori unisexuate monoice, cele mascule în amenți din dicazii pauciflore, cele femele în cime cu puține flori ori solitare. Florile femele se încadrează în general în formula florală $♀ P_{3+3} G_{\overline{(3)}}$, iar cele mascule cuprind un număr divers de foliole perigoniale și stamine $♂ P_{6-4} A_{12-6}$. Fructele, achene, sunt înconjurate de o cupă lemnoasă prevăzută cu solzi sau țepi. De la acest caracter provine și o altă denumire a familiei *Cupuliferae* (de la lat. *„cupula”*= cupă mică și *„fero”*= a purta). Atât cupa larg deschisă de la stejar cât și cea la maturitate dehiscentă (în valve) de la fag și castanul comestibil sunt interpretate drept proeminențe inelare ale axului și nu generate de bractee, așa cum s-ar părea.

Fagus este un gen caracterizat prin muguri fuziformi, inflorescențe mascule globuloase, capituliforme și cupe dehiscente în 4 valve, eliberând 2 (1) achene (jir) trimuchiate. În cuprinsul țării noastre este reprezentat prin două specii: *F. sylvatica* (Fig. 7.85), cu apendiculii cupei subulați, și *F. orientalis*, cu apendiculii cupei liniar spatulați.

Quercus are florile mascule în amenți dicaziali pendenți, iar cupele larg deschise, prevăzute la exterior cu solzi imbricați; ca urmare a simplificărilor din decursul evoluției, atât dicaziile amenților masculi cât și cele ale amenților femeli au devenit uniflore. Din flora țării noastre fac parte 9 specii, mai răspândite fiind *Q. robur* (stejar) cu frunzele scurt pețiolate, glabre și auriculate, *Q. petraea* (gorun - Fig. 7.86) cu frunzele mai lung pețiolate, neauriculate și ghinde sesile, *Q. cerris* (cer) cu mugurii prevăzuți cu stipele filamentoase, *Q. frainetto* (gârnița) cu solzii cupei lat-liniar lanceolați etc.

Castanea sativa (castan bun) este un arbore mediteranean, la noi cultivat din perioade străvechi, probabil adus de romani; pe alocuri s-a naturalizat, crescând în păduri de amestec cu gorunul.

Ord. Juglandales

Ordin de plante lemnoase cu frunze imparipenat compuse, alterne, lipsite de stipele, bogate în secreții aromatice. Florile sunt anemofile, ca urmare mici și cu periant rudimentar, cele femele bicarpelare, cu ovarul inferior. În ovar se află un ovul ortotrop, vascularizat (prevăzut cu țesut conducător) ca la fagale și, tot ca la acestea, pătrunderea tubului polinic în ovul are loc la nivelul chalazei (chalazogamie).

Fam. Juglandaceae. Cuprinde reprezentanți din regiunile temperate ale emisferei nordice, cel mai cunoscut la noi fiind nucul *(Juglans regia)*, spontan în Banat, Oltenia și sud-vestul Transilvaniei și cultivat pretutindeni datorită lemnului de calitate superioară și fructelor. Prezintă flori unisexuate, atât cele mascule cât și cele femele cu câte 3–5 tepale concrescute cu bractea și cu cele două bracteole. Florile mascule au câte 6–20 stamine și sunt dispuse numeroase în amenți groși, care apar din mugurii axilari ai anului precedent. Cele femele prezintă stigmate purpurii și se află câte 1–4 la vârful lujerilor formați în anul înfloririi. La fruct, pseudodrupă dehiscentă, învelișul cărnos acoperă sâmburele (nuca) care la germinație se deschide în lungul unei linii prefigurate, perpendiculară pe linia de sutură a carpelelor.

SUBCLASA ROSIDAE

După unele date, unitățile din care au descins rosidele aveau (asemănător hamamelididelor primitive) flori cu perigon simplu și 2–3 cicluri de stamine, iar polenizarea se făcea prin vânt și prin insecte. Evoluția a urmat apoi calea perfecționării polenizării exclusiv entomofile, prin formarea unui periant dublu (încă la reprezentanții primitivi, asemănători întrucâtva saxifragalelor): caliciul din perigon și corola din stamine. Totodată a avut loc o multiplicare a staminelor (poliandrie secundară) prin dedublare centripetală. Ulterior s-au produs diferite specializări în organizarea florilor (la *Fabales)*, inclusiv unele reduceri ale elementelor florale (la *Euphorbiales)*. Se mai constată tendința de dezvoltare a unui receptacul adâncit în formă de cupă (hipanțiu), ori lățit în formă de disc, larga răspândire a placentației axilare, precum și a frunzelor compuse.

O r d. S a x i f r a g a l e s

Reprezintă o unitate sistematică de plante lemnoase și ierboase, caracterizată prin flori bisexuate, cu androceu din două cicluri de stamine, mai rar policiclic, și gineceu superior sau inferior. Unii reprezentanți au caractere primitive.

Fam. Crassulaceae. Familia grupează mai ales plante ierboase (în zonele calde și unele semilemnoase) cu frunze nestipelate, groase și cărnoase ca o consecință a adaptării la xerofitism. Florile sunt actinomorfe, bisexuate, pentamere (trimere sau polimere), cu androceu biciclic și gineceu din carpele în număr egal cu petalele. Fructele sunt folicule dehiscente spre partea internă.



Fig. 7.87 — Sedum fabaria: a - floare

Familia, la noi, este reprezentată prin genul *Sedum* (iarbă grasă), cu flori predominant de tipul 5 și genul *Sempervivum* (urechelniță), cu frunzele bazale dispuse în rozetă, din care se ridică tulpini terminate în inflorescențe cimoase din flori pe tipul 6 sau 12.

Sedum fabaria (dragoste – Fig. 7.87) are frunzele plane și florile roșietice; este o plantă de soluri scheletice, pietroase și stânci. *S. maximum* (iarbă grasă) se caracterizează prin flori albe-gălbui și frunze plane, sesile; se întâlnește pe coaste pietroase.

Fam. Saxifragaceae. Grupează plante ierboase perene, dar și unele lemnoase, cu frunze nestipelate, flori tetra- ori pentamere, având cele două cicluri de stamine dispuse obdiplostemon (ciclul extern este epipetal) și de regulă două carpele. Acestea din urmă pot fi și libere, dar de obicei sunt unite până la nivelul stilului și concrescute parțial sau complet cu axa florală cupuliformă. Rezultă astfel treceri de la ovarul superior la cel inferior, iar ca tipuri de fructe, alături de folicule, capsulele și bacele. Formula florală cea mai des întâlnită este $*K_5C_5A_{5+5}G_{(2)}$.

Capsulele care se deschid în partea superioară, liberă, a carpelei urmând linia de sutură, caracterizează în special genul *Saxifraga.* Specia *S. cuneifolia* (ochii șoricelului – Fig. 7.88) prezintă rozete din frunze pieloase, cu baza treptat îngustată în pețiol (cuneată); este răspândită în stațiuni cu declivitate pronunțată, pe soluri superficiale (frecventă și pe stânci).

Chrysosplenium alternifolium (splină) face parte dintre saxifragaceele cu flori tetramere; corola lipsește; este un indicator de soluri gleice (mai ales soluri pseudogleizate) jilave până la umed-ude.

Genul Ribes (mai nou separat într-o familie distinctă - *Grossulariaceae)* este reprezentat prin specii arbustive cu flori în raceme axilare și fructe pseudobace. Mai cunoscute sunt *R. uva-crispa (R. grossularia)* (agriș) cu tulpini spinoase, *Ribes nigrum* (coacăz negru) spontan prin aninișuri și cultivat, *R. alpinum* (coacăz de munte) și *R. rubrum* (coacăz roșu). Ca arbust ornamental se cultivă *R. aureum* (cuișor).

Parnassia palustris (șopârlaiță albă, floarea studentului) are florile solitare, albe sau roșietice, destul de atrăgătoare.

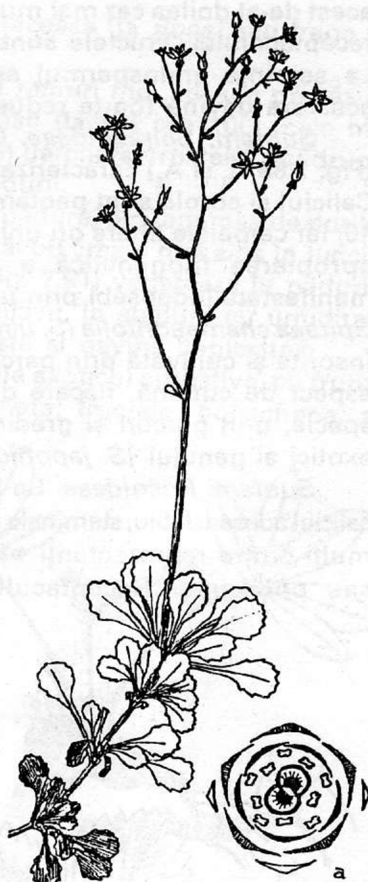


Fig. 7.88 — Saxifraga cuneifolia: a - diagramă florală

Ord. R o s a l e s

În flora europeană ordinul este reprezentat numai prin familia Rosaceae.

Fam. Rosaceae. Cuprinde plante lemnoase și ierboase cu frunze alterne, simple sau compuse, obișnuit stipelate. Florile sunt actinomorfe, bisexuate, mai adesea pentamere, cu caliciul persistent și corolă din petale totdeauna libere; androceul este dispus în cicluri din 5 sau, prin multiplicare secundară centripetală, multiplu de 5 stamine, iar gineceul este alcătuit din carpele numeroase ori, la unii reprezentanți, în număr redus (4–1). Carpelele se află distribuite pe un receptacul bombat sau concav, în

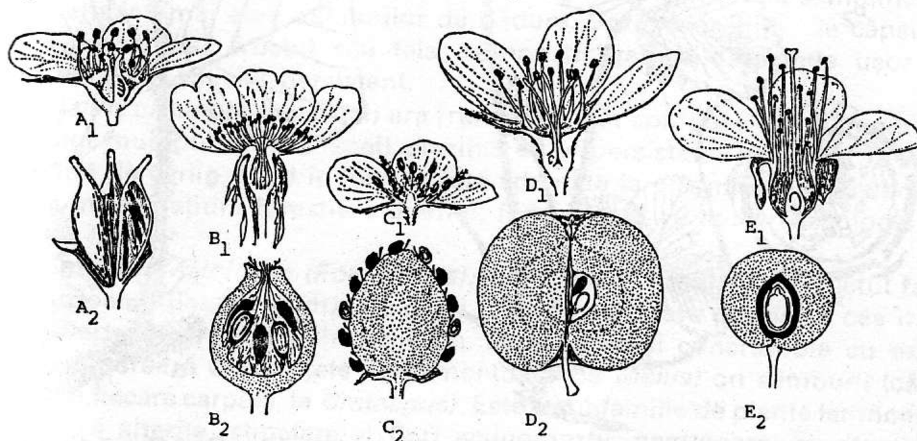


Fig. 7.89 — Flori și fructe la Rosaceae: secțiune prin floare (A_1) și fruct (A_2) la *Spiraea;* secțiune prin floare (B_1) și fruct (B_2) la *Rosa;* secțiune prin floare (C_1) și fruct (C_2) la *Fragaria;* secțiune prin floare (D_1) la *Pyrus* și fruct (D_2) la *Malus;* secțiune prin floare (E_1) și fruct (E_2) la *Prunus*

acest de-al doilea caz mai mult sau mai puțin scufundate în *cupa (hipanțiul)* receptaculului. Fructele sunt foarte diverse: multiple, false, unicarpelare. La semințe endospermul este de tip nuclear, însă până la maturarea acestora devine foarte redus.

Subfam. Spiraeoideae. Cuprinde mai ales plante arbustive cu florile (Fig. 7.89 A_1 și A_2) caracterizate prin receptacul ± plat și cu fructele folicule. Caliciul și corola sunt pentamere, staminele numeroase în 3 cicluri de câte 10, iar carpelele libere ori unite la bază $*K_5C_5A_{10+10+10}G_{\underline{5-2}}$. S-a putut evidenția apropierea filogenetică a spireoideelor de saxifragaceele arbustive, manifestată îndeosebi prin unele caractere comune ale structurii ovulului. *Spiraea chamaedrifolia (S. ulmifolia)* (cununiță) este spontană pe povârnișuri însorite și cultivată prin parcuri, datorită inflorescențelor corimbiforme cu aspect de cunună, fiecare din peste 20 de flori albe. Alături de această specie, prin parcuri și grădini se cultivă frecvent mai mulți reprezentanți exotici ai genului *(S. japonica, S. douglasii*, hibridul *S. x vanhouttei* etc.).

Subfam. Rosoideae. Se individualizează prin florile (Fig. 7.89 B, C) cu caliciul adesea dublu, staminele numeroase, carpelele numeroase, libere la cei mai mulți dintre reprezentanți $*K_{5,5+5}C_5A_\infty G_\infty$ și prin fructele poliachene sau polidrupe. Receptaculul poate fi concav sau convex,

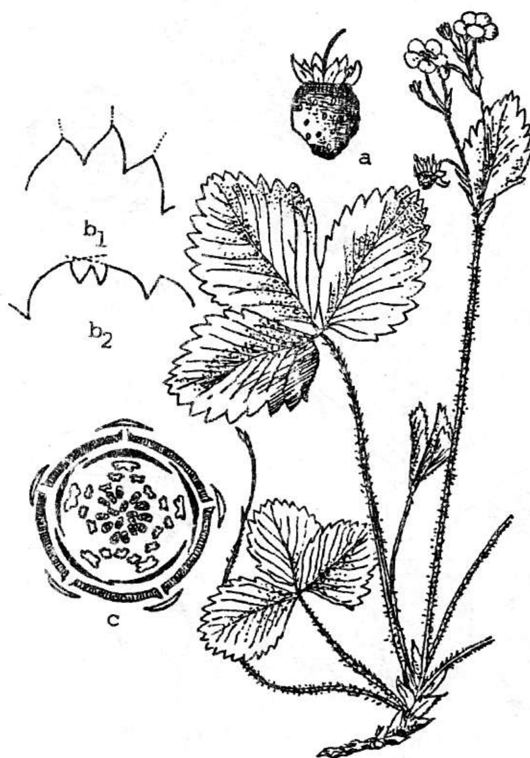


Fig. 7.90 — Fragaria vesca: a - fruct; b1 - dinții terminali ai foliolei mijlocii; b2 - idem la *Fragaria viridis;* c - diagramă florală

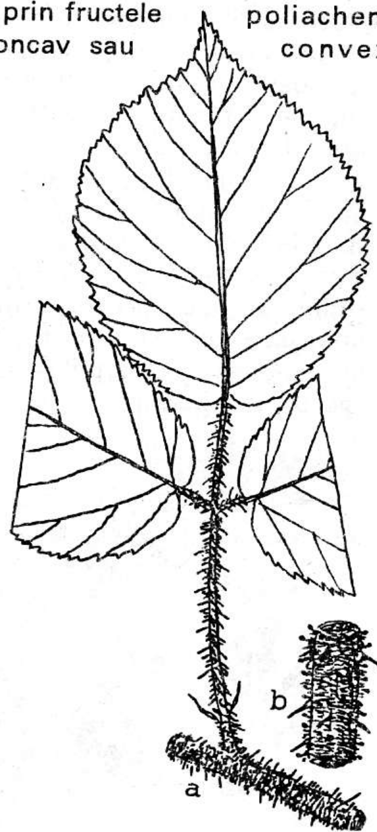


Fig. 7.91 — Rubus hirtus: a - ramură cu frunză; b - fragment de lăstar

formând la unii reprezentanți fructul fals, măceașa (la *Rosa)* sau fraga (la *Fragaria* - Fig. 7.90).

Rubus, gen de arbuști și subarbuști cu ramuri mai adesea prevăzute cu ghimpi; grupează specii foarte numeroase (la noi cca 100), cele mai multe prosperă, înmulțindu-se foarte activ, în parchete; fructele, polidrupe, sunt valorificate ca produs accesoriu al pădurii.

R. idaeus (zmeur) abundă în tăieturile de pădure, din regiunea dealurilor până la etajul subalpin. *R. caesius* (mur de zăvoi) crește mai ales în luncile râurilor, prin zăvoaie, iar *R. hirtus* (mur - Fig. 7.91) vegetează în pădurile montane, pe soluri revene până la reavăn-jilave, în stațiuni cu umiditate atmosferică ridicată (în parchete se îndesește și devine copleșitor).

Potentilla, gen de plante ierboase și (unele exotice) arbustive, cu frunze compuse, 3-multifoliolate, palmate sau penate; fructele, poliachene, se dispun pe un receptacul uscat. *P. micrantha* (frăgurel), plantă din pădurile termofile de cvercinee, foarte asemănătoare cu *Fragaria vesca,* frunzele, trifoliate, au, spre deosebire de cele de la fragă, foliolele laterale mai evident pețiolulate. *P. alba* (sclipeți – Fig. 7.92) crește în păduri termofile și în arborete de stejar pedunculat; se identifică ușor după frunzele cu cele 5 foliole lanceolate, mătăsos (sclipitor) păroase.

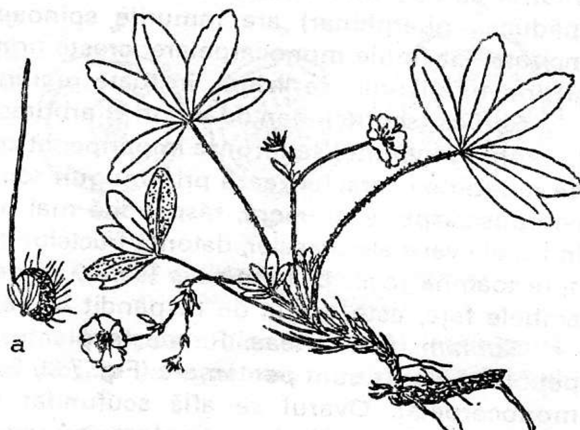


Fig. 7.92 — Potentilla alba: a - fruct

Fragaria vesca (fragi de pădure) este o plantă de lumină-semiumbră, caracteristică mai ales tăieturilor de pădure. Spre deosebire de căpșuni *(Fragaria viridis),* fructul său fals, cărnos (fraga) se desprinde ușor la maturitate de caliciul persistent.

Geum urbanum (cerențel) are frunzele penat compuse, iar elementele fructului multiplu (poliachenei) prezintă stilul persistent, încovoiat la vârf în formă de cârlig, fiind în felul acesta adaptate la diseminarea zoochoră; crește în formațiuni forestiere diferite, fiind plantă cu spectru ecologic și cenotic larg.

Subfam. Maloideae (Pomoideae). Are drept particularitate fructul fals numit poamă (lat. *pomum),* ale cărui țesuturi cărnoase provin în cea mai mare parte din receptacul; carpelele, scufundate și concrescute cu axul floral, generează cămăruțele pergamentoase (la *Malus)* ori sâmburii (câte unul din fiecare carpelă, la *Crataegus).* Este o subfamilie de plante lemnoase cu frunze alterne, stipelate și flori actinomorfe, pentamere, cu stamine numeroase (15–50 la *Malus).* Obișnuit, structura florii (Fig. 7.89 D) se încadrează în formula $*K_5C_5A_{10+5+5}\,G_{\overline{(5-1)}}$.

Malus (măr) are la noi mai cunoscute: *M. sylvestris* (măr pădureț), caracterizat prin ramuri spinoase și frunze mature pe dos glabre, și *M. domestica* (măr) cu origine hibridă; alături de acestea se cultivă ca arbori și arbuști ornamentali *M. prunifolia* (originar din Siberia), *M. floribunda* (din Japonia), *M. spectabilis* (din China și Japonia) etc.

Pyrus (păr) are staminele roșietice, iar la baza fructului fals lipsește cavitatea caracteristică genului *Malus*. *P. pyraster* (păr pădureț); se recunoaște după frunzele ovate, glabre și după fructele mici, astringente, cu caliciul persistent; însoțește mai ales pădurile de cvercinee, de la câmpie până la etajul montan. *P. communis* (păr), cu origine hibridă, are lujerii nespinoși și frunzele mai mari.

Crataegus (păducel) prezintă poamele ovat-globuloase și roșii, în interior cu carpelele transformate în sâmburi monospermi. *C. monogyna* (păducel, gherghinar) are ramurile spinoase, frunzele profund penate incizate, iar florile monocarpelare; crește prin păduri (îndeosebi stejărete) și prin tufărișurile de lizieră, în toate regiunile țării.

Sorbus (scoruș), gen de arbori și arborași nespinoși, cu frunze simple (± profund incizate) sau frunze imparipenat compuse. *S. aucuparia* (scoruș de munte) se caracterizează prin muguri tomentoși și frunze imparipenat compuse; specie pionieră, răspândită mai ales în tăieturi, mult cultivată în zonele verzi ale orașelor, datorită fructelor decorative și frunzelor ce devin spre toamnă roșii. *S. torminalis* (sorb), arbore cu frunzele lobate, verzi pe ambele fețe, este destul de răspândit în pădurile de cvercinee din țară.

Subfam. Prunoideae. Reunește plante lemnoase cu frunze simple, pețiolate. Florile sunt pentamere (Fig. 7.89 E), cu 20–30 stamine și gineceu monocarpelar. Ovarul se află scufundat într-un receptacul (hipanțiu) cupuliform sau tubulos, cu care nu concrește. Fructul este drupă monospermă.

Prunus (prun), gen de arbori și arbuști cu flori solitare sau grupate în inflorescențe racemoase. *P. spinosa* (porumbar) este un arbust spinos, cu drupe globuloase de 1–1,5 cm. *P. avium* (cireș) se deosebește de vișin, între altele, prin frunzele nelucioase pe fața superioară; la noi crește spontan în păduri de câmpie și montane. *P. padus* (mălin) are florile grupate în raceme, iar fructele negre lucitoare, necomestibile. *P. mahaleb* (vișin turcesc) prezintă flori dispuse în corimbe scurte; datorită rezistenței la secetă se cultivă în plantații forestiere de protecție. *P. tenella* (migdal pitic) și *P. fruticosa* (vișinel) sunt doi arbuști răspândiți cu deosebire în regiunile de stepă și silvostepă. Se mai cultivă frecvent prin livezi și grădini: *P. domestica* (prun) cu numeroase soiuri, *P. cerasifera* (corcoduș) care se întâlnește la noi și naturalizat (sălbăticit), *P. cerasus* (vișin), *P. amygdalus* (migdal), *P. armeniaca* (cais), *P. persica* (piersic) etc.

Ord. Fabales

Este un ordin caracterizat prin omogenitate, cele trei familii pe care le reunește sunt îndeaproape înrudite între ele și, considerate în ansamblu,

se aseamănă mult prin structura florilor cu rosalele, din care s-au desprins în decursul evoluției.

Sunt plante lemnoase și ierboase, cu frunze alterne (excepțional opuse) de regulă penat compuse și stipelate. Florile, grupate mai adesea în raceme, sunt obișnuit bisexuate, pentamere, cu androceul diplostemon (număr dublu de stamine față de corolă, dar dispuse în două cicluri) sau polistemon (la *Mimosaceae)*. Gineceul este superior, reprezentat printr-o singură carpelă, din care se formează fructul caracteristic, păstaia, dehiscent în 2 valve sau indehiscent. Sub raportul simetriei, floarea poate fi actinomorfă (la *Mimosaceae)* sau zigomorfă (la *Cesalpiniaceae, Fabaceae)*.

Fabalele (leguminoasele) sunt adaptate la simbioza cu bacterii fixatoare de azot *(Rhizobium leguminosarum)*, care trăiesc în nodozitățile radicelare.

Fam. Mimosaceae. Cuprinde plante lemnoase și ierboase tropicale și subtropicale, cu frunze de obicei dublu paripenat compuse. Florile sunt foarte mici, la mimosacee încă actinomorfe, frecvent tetramere (Fig. 7.93 A) și se remarcă prin staminele cel mai adesea foarte numeroase (Fig. 7.93 B) prin multiplicare secundară, cu filamente lungi și colorate. Aici aparține *Mimosa pudica* (senzitiva), interesantă prin mișcările seismonastice, și *Acacia senegal* care furnizează adezivul numit gumă arabică.

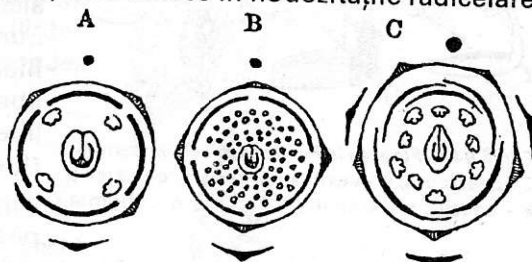


Fig. 7.93 — Diagrame florale la Mimosa (A), *Acacia* (B) și *Cercis* (C)

Fam. Cesalpiniaceae. Familie de plante lemnoase cu frunze mai frecvent simplu sau dublu paripenat compuse. Spre deosebire de *Fabaceae*, florile, devenite ± zigomorfe, prezintă o *prefloratie (estivaţie) ascendentă* (Fig. 7.93 C): cele două petale inferioare se extind peste următoarele laterale, iar acestea o acoperă parțial pe cea superioară, floarea deschizându-se de jos în sus.

La noi se cultivă pentru ornament două plante mediteraneene: *Ceratonia siliqua* (roșcovul) în sere și apartamente și *Cercis siliquastrum* (arborele lui Iuda) prin parcuri și grădini. În afara acestora, mai cunoscută este specia nord-americană *Gleditsia triacanthos* (glădiță), folosită în perdele de protecție și pentru garduri vii.

Fam. Fabaceae (Papilionaceae). Familie de plante ierboase, arbustive și arborescente cu frunze compuse, stipelate. Forma și dimensiunile stipelelor sunt foarte diverse; uneori stipelele au devenit mari ca singure părți asimilatoare, restul frunzei fiind metamorfozat în cârcei, alteori sunt foarte mici sau lipsesc. Din frunze de tip imparipenat compus, cele mai frecvente la fabacee, au derivat în decursul evoluției frunzele palmate (la *Lupinus)*, frunzele trifoliate (la *Trifolium)* și chiar, prin reducere la o singură foliolă (cea terminală), frunzele simple (la *Genista)*. În locul foliolei (uneori al foliolelor) terminale s-au constituit la unele genuri *(Vicia, Lathyrus)* sete sau cârcei, la altele frunzele sunt reduse, rolul lor fiind preluat de tulpini

metamorfozate asimilatoare. Floarea papilionaceelor, de asemenea zigomorfă, se deosebește de cea a cesalpiniaceelor prin *prefloraţia descendentă* (Fig. 7.95 a): petala superioară *(vexil, steag)* le acoperă pe cele două laterale *(aripioare)*, iar acestea le protejează pe cele două inferioare care pot fi libere sau unite și formează *carena (luntriţa)* (Fig. 7.94); la înflorire, deschiderea se face de sus în jos. Papilionaceele au florile pentamere, grupate în inflorescenţe racemoase, cu caliciu mai adesea gamosepal, corola, așa cum s-a arătat, din petale libere (doar cele două anterioare – carena – pot fi unite). Staminele au partea inferioară a filamentelor concrescută, alcătuind, fie toate 10 un tub, fie numai 9 un jgheab acoperit de filamentul staminei a 10-a, rămasă liberă (rareori toate filamentele sunt libere). Rezultă următoarea formulă florală: $\cdot|\cdot K_{(5)} C_5 A_{(5+5)\ \text{sau}\ (9)+1} G_{\underline{1}}$. Din carpelă se formează ca tip de fruct păstaia, adesea dehiscentă.

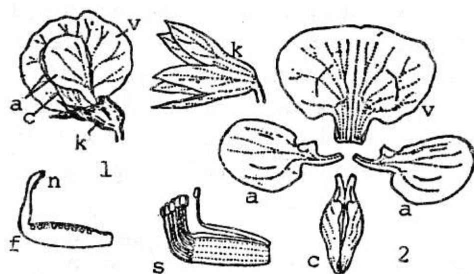


Fig. 7.94 — Floarea la Fabaceae: 1 - în ansamblu; 2 - desfăcută; v - vexil; a - aripioare; c - carenă; k - caliciu; s - stamine; f - pistil; n - stigmat

Florile papilionaceelor au diferite adaptări legate de polenizarea prin albine și bondari. Astfel, dacă locul de aterizare, adică steagul sau luntriţa, va fi apăsat, se produce o bruscă ieșire în afară a anterelor sau o presare în afară a polenului.

Genista este un gen de papilionacee cu frunze adesea simple, corolă galbenă și gineceu monadelf. *G. tinctoria* (drobiţă) are tulpinile nearipate și păstaia glabră. *G. sagittalis* (grozamă) este remarcabilă prin tulpinile asimilatoare aripate (cladodii).

Sarothamnus scoparius (drob, mături), arbust cu ramuri 5-muchiate, asimilatoare (ramuri virgate), ale căror frunze cad de timpuriu; se plantează pe coastele dealurilor, fiind bun fixator de sol și totodată valoros furaj de iarnă pentru vânatul ierbivor.

Chamaecytisus hirsutus (Cytisus hirsutus) (drob) este un arbust cu frunze trifoliolate, corola galbenă și păstaia hirsut păroasă.

Trifolium, gen de plante ierboase cu frunze trifoliolate (rareori cu 5(–8) foliole), flori dispuse în capitule și androceu diadelf $A_{(9)+1}$. *T. medium* (trifoi de pădure) este foarte asemănătoare cu trifoiul roșu de pajiște *(T. pratense)*, de care se deosebește mai ales prin stipelele lanceolate, cu vârful ascuţit și prin capitulele la început sesile, ce devin mai târziu pedunculate.

Lathyrus face parte dintre papilionaceele ierboase cu frunze paripenate prin reducerea foliolei terminale la o setă sau prin transformarea acesteia în cârcei. *L. vernus* (pupezele – Fig. 7.95) are florile purpurii, mai târziu albăstrui și frunzele cu 2–4 perechi de foliole; ca plantă cu spectru ecologic larg, se întâlnește în aproape toate formaţiile forestiere. Se aseamănă cu *L. venetus* care are flori ceva mai mici și, fiind mai termofilă, este răspândită mai ales în pădurile xeroterme de cvercinee. *L. niger* (orăștică) se recunoaște

după frunzele 3–6 foliolate, care se înnegresc la presare.

Dintre papilionaceele arborescente și arbustive cultivate la noi, mai cunoscute sunt: *Robinia pseudacacia* (salcâm), *Amorpha fruticosa* (salcâm mic), *Sophora japonica* (soforă).

Familia cuprinde numeroase specii cultivate (unele din timpuri străvechi) pentru semințele bogate în substanțe nutritive, utilizate în alimentația omului: *Phaseolus vulgaris* (fasole), *Pisum sativum* (mazăre), *Lens culinaris* (linte), *Cicer arietinum* (năut), *Arachis hypogaea* (arahide), *Glycine hispida* (soia).

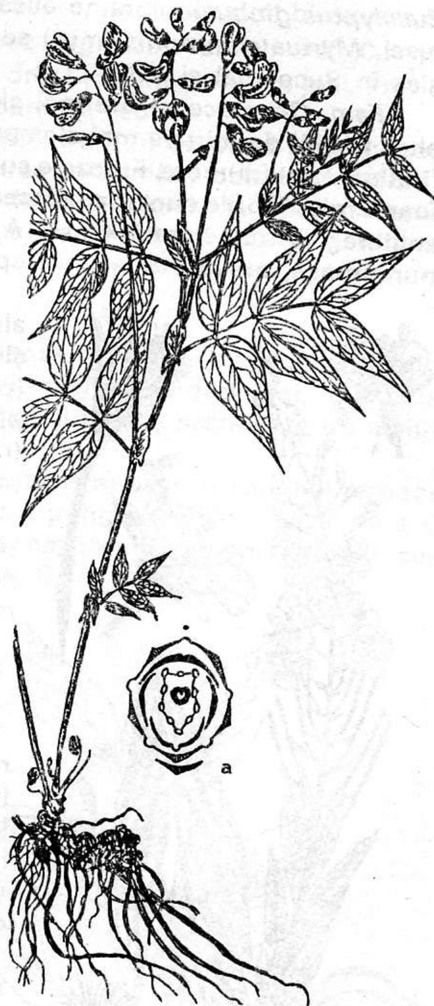


Fig. 7.95 — Lathyrus vernus:
a - diagramă florală

Ord. Myrtales

Ordin de plante lemnoase și ierboase desprins în perioade foarte vechi din saxifragalele primitive, sub forma unei linii care a dobândit un gineceu definitiv sincarp (cu ovarul devenit treptat inferior și stil unic) și flori în general pe tipul 4, cu elemente dispuse ciclic. În floarea lor, porțiunea cupuliformă (hipanțiu) a receptaculului joacă un rol mai important ca la rozale.

Dintre numeroasele familii ale ordinului cele mai cunoscute sunt:

Fam. Rhizophoraceae. Este familia arborilor de mangrove *(Rhizophora, Bruguiera* etc.), cu adaptări legate de condițiile oferite de litoralul nămolos al mărilor tropicale: trunchiurile, a căror bază dispare curând, sunt suspendate pe rădăcini adventive prevăzute cu pneumatofori ce se ridică deasupra nivelului nămolului, înlesnind aerația părților scufundate.

Fam. Myrtaceae. Familie de plante lemnoase sempervirente, cu frunze opuse, pieloase, remarcabile prin prezența constantă a pungilor secretoare (lisigene) cu uleiuri eterice, de aceea importante ca plante aromatice și medicinale. Florilor, tetra- sau pentamere $*K_{4-5}C_{4-5}A_{\infty}G_{\overline{(\infty-2)}}$, le dau o notă aparte staminele numeroase, uneori reunite în mănunchiuri și cu filamentele colorate. Centrul de greutate al răspândirii lor este America tropicală și Australia, împreună cu insulele vecine. *Syzygium aromaticum* (arborele de cuișoare) furnizează cunoscutul condiment reprezentat prin bobocii florali,

Eucalyptus globulus conține eucaliptol, ulei eteric folosit în combaterea tusei, *Myrtus communis* (mirt) se cultivă și la noi prin apartamente (mai ales în Bucovina) și sere.

Fam. Onagraceae. Are mai ales reprezentanți ierboși, deosebiți de ai altor familii de mirtale mai ales prin hipanțiul, de regulă foarte alungit, al florilor tetra- (di)mere. Frunzele sunt simple, alterne sau opuse, cu stipelele foarte mici. Florile sunt mai adesea radiar simetrice, dispuse în raceme sau solitare. Formula florală: $*K_{4,2}C_{4,2}A_{8,4}G_{(\bar{4}),(\bar{2})}$. Fructul este o capsulă cu semințe numeroase, prevăzute la unii reprezentanți cu cîte un smoc de peri.



Fig. 7.96 — Epilobium angustifolium: a - secțiune prin floare; b - floare mărită; c - sământă; d - fruct; e - diagramă florală

Epilobium prezintă fruct capsulă alungită, dehiscentă longitudinal în 4 valve, și semințe cu smoc de peri. *E. montanum* (pufuliță) este frecvent prin păduri umbroase din subzona fagului. *E. angustifolium* (răscoage, zburătoare – Fig. 7.96) abundă în parchete.

Circaea lutetiana este răspândită prin zăvoaie, șleauri, amestecuri de fag cu rășinoase, mai adesea pe soluri pseudogleizate, reavăn-jilave până la jilav-umede.

Ord. Thymelaeales

Ordinul cuprinde două familii cu reprezentanți în flora țării noastre. Prin floarea tetrameră se aseamănă cu mirtalele, la care de altfel sunt afiliate de mulți autori, însă gineceul lor este mai adesea unicarpelar, cu un singur ovul, iar corola este slab dezvoltată sau lipsește complet.

Fam. Thymelaeaceae. Timeleaceele sunt plante lemnoase și (foarte puține) ierboase cu frunze simple, nestipelate, alterne sau opuse. Florile sunt pe tipul 4, la speciile europene lipsite de petale: $*K_4C_0A_{4+4}G_{\underline{1}}$. Fructul este drupă sau nuculă.

Spre deosebire de eleagnacee, prezintă ovarul semiinferior, cu ovulul anatrop suspendat (cu micropilul în sus).

Prin pădurile umbroase din subzona fagului crește *Daphne mezereum* (tulichină, liliac sălbatic – Fig. 7.97), un arbust cu scoarța și fructele (drupe roșii) toxice. Sunt ocrotite ca monumente ale naturii *D. blagayana* (iederă albă) și *D. cneorum* (tulichină mirositoare), plante de stânci calcaroase.

Fam. Elaeagnaceae. Este o familie mică de arbori și arbuști cu aspect argintat, datorat perilor numeroși în formă de scut (peltați) sau în formă

de stea. Frunzele sunt întregi, dispuse altern, iar florile sunt bisexuate sau unisexuate monoice sau dioice, adesea organizate astfel: $*K_{4,2}C_0A_{8,4}G_{\bar{1}}$. Ovarul este inferior, iar ovulul anatrop drept (cu micropilul în jos). Prezintă nodozități radiculare cu bacterii fixatoare de azot.

Hippophaë rhamnoides (cătină albă) are flori cu două sepale; crește și spontan, dar se cultivă pentru fixarea taluzurilor, datorită lăstăririi și drajonării active. *Elaeagnus angustifolia* (sălcioară) prezintă flori cu 4 sepale; se plantează în perdele de protecție și ca plantă ornamentală în garduri vii.

O r d. R u t a l e s

Ordin de plante lemnoase și ierboase cu frunze nestipelate și flori (tetra-) pentamere prevăzute cu disc nectarifer foarte dezvoltat, în legătură cu polenizarea entomofilă. Posedă pungi și canale secretoare de uleiuri, rășini și balsam.

Fam. Rutaceae. Rutaceele sunt plante lemnoase și (puține) ierboase cu frunze simple sau compuse, pe care pungile lisigene secretoare de uleiuri eterice apar ca niște puncte transparente. Obișnuit florile sunt bisexuate și actinomorfe (Fig. 7.98) $*K_{5,4}C_{5,4}A_{5+5,4+4}G_{(\underline{5}),(\underline{4})}$.

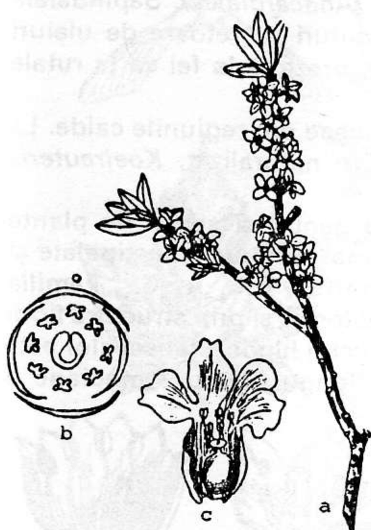


Fig. 7.97 — Daphne mezereum: a - ramură cu flori; b - diagramă florală; c - secțiune prin floare

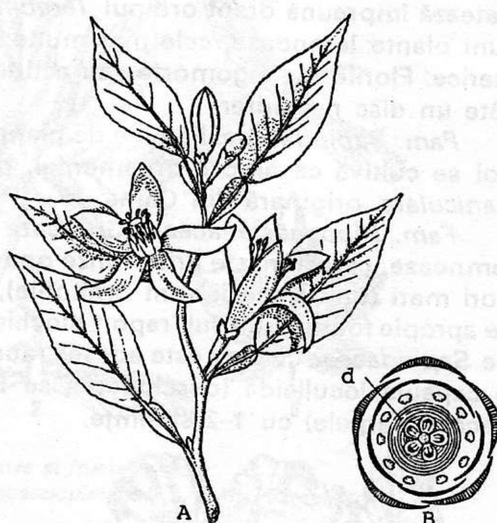


Fig. 7.98 — Ramură cu flori la Citrus (A) și diagramă florală la Ruta (B): d - disc nectarifer

Singurul reprezentant spontan la noi este *Dictamnus albus* (frăsinel), o plantă ierboasă răspândită prin pădurile xeroterme, cu deosebire spre contactul pădurii cu pajiștile stepice. Dintre rutaceele regiunilor calde, este cunoscut genul *Citrus* cu fructe bace mari, a căror parte externă este prevăzută cu pungi secretoare, în timp ce partea internă (endocarpul) este

formată din celule mari, vizibile cu ochiul liber, suculente și bogate în vitamine. În alimentație se folosesc *Citrus limonium* (lămâi), *C. aurantium* (portocal), *C. paradisii* (grepfruit), *C. nobilis* (mandarin) etc.

Fam. Anacardiaceae. Cuprinde specii lemnoase (arbori și arbuști) puțin reprezentate în regiunile temperate. Frunzele sunt alterne, florile pentamere, iar fructul drupă.

Cotinus coggygria (scumpie) crește spontan în sudul țării, cu precădere în grupările arbustive termofile. Ca plantă decorativă se cultivă *Rhus typhina* (oțetar), originar din America de Nord, unde fructele i se folosesc pentru prepararea unui oțet. *Rhus toxicodendron* are un suc extrem de toxic. *Anacardium occidentale* furnizează un lemn cu calități superioare.

Din același ordin mai face parte și familia *Simaroubaceae* la care aparține *Ailanthus altissima* (cenușerul), arbore indicat pentru plantații în terenuri degradate. Tot aici este afiliată adesea și familia *Polygalaceae* cu genul *Polygala* (amăreala) ale cărui specii sunt comune prin pajiștile noastre.

Ord. Sapindales

Ordin îndeaproape înrudit cu *Rutales,* astfel că numeroși autori le tratează împreună drept ordinul *Terebinthales (Anacardiales).* Sapindalele sunt plante lemnoase, cele mai multe fără țesuturi secretoare de uleiuri eterice. Florile lor, zigomorfe sau actinomorfe, prezintă la fel ca la rutale câte un disc nectarifer.

Fam. Sapindaceae. Familie de plante lemnoase din regiunile calde. La noi se cultivă ca arbore ornamental, pe alocuri naturalizat, *Koelreuteria paniculata,* originară din China.

Fam. Hippocastanaceae. Grupează puține genuri și specii de plante lemnoase, caracterizate prin frunze opuse, palmat compuse, nestipelate și flori mari (unele specii sunt ornitofile), zigomorfe $\cdot|\cdot K_5C_{4-5}A_{5-8}G_{(3)}$. Familia se apropie foarte mult sub raport biochimic, anatomic și prin structura florii de *Sapindaceae* cu care este adesea reunită. Fructul hipocastanaceelor este o capsulă loculicidă (deschiderea se face în lungul nervurii mediane a fiecărei carpele) cu 1–2 semințe.

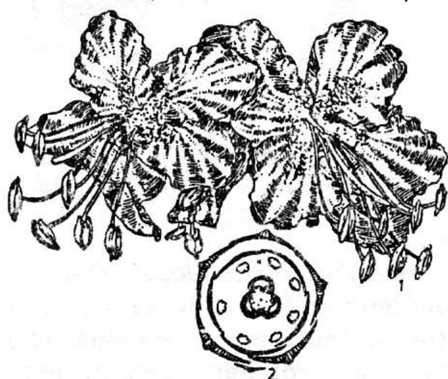


Fig. 7.99 — Aesculus hippocastanum: 1 - flori; 2 - diagramă florală

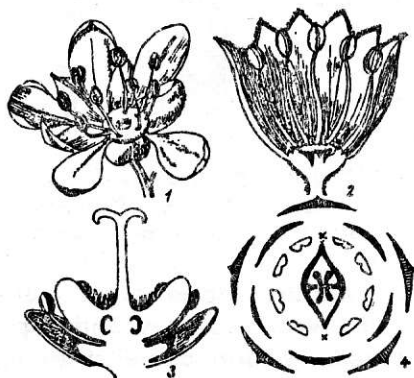


Fig. 7.100 — Flori la Acer: 1 - masculă; 2 - idem în secțiune; 3 - bisexuată; 4 - idem în diagramă florală

Aesculus hippocastanum (castan porcesc – Fig. 7.99) are florile albe în inflorescențe compuse (racem cu cimă -tirsă) piramidale, aspectuoase. Este originar din partea centrală a Peninsulei Balcanice. *A. carnea*, cu flori roze – carnee, se cultivă ca și precedentul în scopuri ornamentale; este considerat cu origine hibridă (între *A. hippocastanum* și *A.pavia)*.

Fam. Aceraceae. Aparțin aici arbori și arbuști cu frunze opuse, nestipelate, palmat lobate, rareori penat compuse (la *Acer negundo)*. Florile (Fig. 7.100) sunt mici (totuși entomofile), actinomorfe, poligame sau dioice, tetra- pentamere $*K_{5,4}C_{5,4}A_{5+5,4+4}G_{\underline{(2)}}$. Fructul, samară, poate fi alungit (la *Acer)* sau rotund (la *Dipteronia* – din China).

Acer este un gen cu 5 specii (Fig. 7.101) spontane în țara noastră: *A. pseudoplatanus* (paltin) cu lobii frunzei obtuzi până la scurt acuminați; *A. platanoides* (arțar) cu lobii frunzei întregi, lung acuminați; *A. tataricum* (arțar tătăresc) cu frunzele întregi; *A. campestre* (jugastru) și *A. monspessulanum* (jugastru de Banat) cu frunzele trilobate. Dintre acerineele cultivate în țară ca arbori ornamentali menționăm pe *Acer negundo* (arțar american) cu flori dioice.

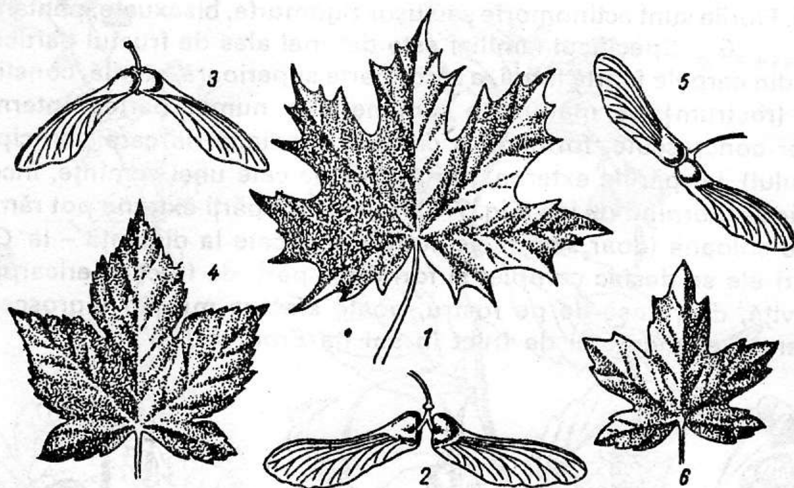


Fig. 7.101 — Frunze și fructe la Acer:
1, 2 - A. platanoides; 3, 4 - A. pseudoplatanus; 5, 6 - A. campestre

Fam. Staphyleaceae. Familie de arbori și arbuști cu frunze imparipenat compuse și flori pentamere (excepție gineceul din 2–3 carpele). La noi crește spontan, cu preferință prin păduri de povârnișuri stâncoase și la margini de păduri, *Staphylea pinnata* (clocotiș), interesantă prin fructele, capsule pergamentoase, mari, grupate în panicule.

O r d. G e r a n i a l e s

Geranialele prezintă asemănări sub raport anatomic și embriologic, evidențiind legături filogenetice, cu sapindalele. Sunt plante ierboase (în

zonele calde) și lemnoase, cu flori bisexuate, actinomorfe (la *Zygophyllaceae)* zigomorfe, pentamere. Exceptând zigofilaceele, discul nectarifer este slab diferențiat sau lipsește.

Fam. Oxalidaceae. Este o familie de plante majoritar ierboase, din ținuturile intertropicale. În Europa sunt indigene *Oxalis corniculata* și *O. acetosella,* alături de care se află naturalizate mai multe specii americane și africane. Frunzele oxalidaceelor sunt compuse, stipelate, lung pețiolate, putând efectua mișcări nictinastice, iar florile sunt pentamere $*K_5C_5A_{5+5}G_{\underline{(5)}}$. Prezintă ca tip de fruct capsula.

Oxalis, gen de plante ierboase perene cu frunze 3(–8) foliolate și fructe capsule cu semințe ce sunt la maturitate proiectate la distanță, datorită presiunii interne (tegumentul seminal este elastic).

O. acetosella (Fig. 7.102) are petalele albe, cu vinișoare roșii-violete; este o plantă de umbră răspândită mai ales în subzonele fagului și molidului, pe soluri puternic până la slab acide.

Fam. Geraniaceae. Familie de plante ierboase și (puține) arbustive cu frunze stipelate, mai mult sau mai puțin profund palmat incizate sau frunze compuse. Florile sunt actinomorfe sau ușor zigomorfe, bisexuate, pentamere $* K_5C_5A_{5+5,5+5+5}G_{\underline{(5)}}$. Specificul familiei este dat mai ales de fructul particular, provenit din carpele foarte lungi, a căror parte superioară, sterilă, constituie un cioc (rostrum); la maturitate rămâne fixă numai partea internă a carpelelor concrescute, formând o coloană mediană (la care participă și receptaculul), iar părțile externe, purtătoare ale câte unei semințe, încep a se desprinde, pornind de jos (Fig. 7.103). Aceste 5 părți externe pot rămâne prinse de coloană (doar semințele sunt împroșcate la distanță – la *Geranium),* ori ele se desfac complet și formează părți de fruct (mericarpii), a căror șuviță, desprinsă de pe rostru, poate efectua mișcări higroscopice de înfigere a elementului de fruct în sol (la *Erodium).*

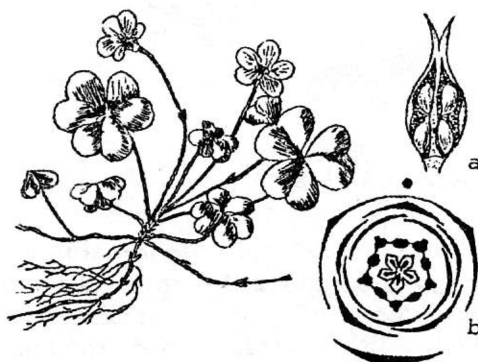


Fig. 7.102 — Oxalis acetosella: a - secțiune prin fruct; b - diagramă florală

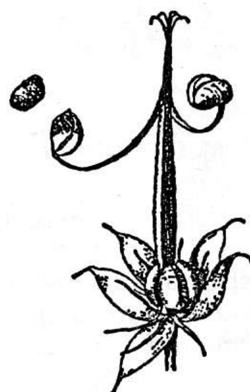


Fig. 7.103 — Fruct de Geranium împroșcând o sămânță

Geranium are frunzele palmat incizate. *G. phaeum* (pălăria cucului – Fig. 7.104) se identifică ușor după florile negricios-purpurii. Crește cu preferință pe soluri bogate în azot accesibil. *G. robertianum* (năprasnică) emană un miros pătrunzător, neplăcut, produs de peri glandulosi lungi și moi. *G. sylvaticum* (fratele priboiului) abundă în etajul montan superior și în cel subalpin, mai ales prin tufărișurile de *Alnus viridis*.

Se cultivă pentru ornament numeroase soiuri de *Pelargonium* (mușcată), unele cu origine hibridă.

Fam. Balsaminaceae. Cuprinde plante ierboase cu frunze întregi și flori zigomorfe, pentamere •|• $K_{3\text{-}5}C_5A_5G_{\underline{(5)}}$. Sunt remarcabile prin adaptarea la autochorie: fructele, capsule cărnoase, crapă exploziv la atingere, împrăștiind semințele. La noi crește în diferite formațiuni forestiere montane și de dealuri *Impatiens noli-tangere* (slăbănog – Fig. 7.105) a cărui denumire (în traducere, „nerăbdătorule, nu mă atinge") este legată de proprietatea fructelor mature de a plesni la atingere. Este un indicator de stațiuni umbrite, cu orizonturi acvifere ridicate.

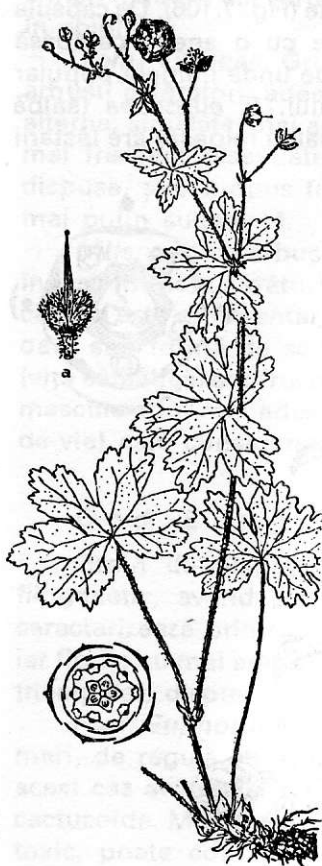


Fig. 7.104 — Geranium phaeum: a - fruct; b - diagramă florală



Fig. 7.105 — Impatiens noli-tangere: a - diagramă florală

Din ordinul *Geraniales* mai fac parte familia *Linaceae* cu *Linum usitatissimum* (in), plantă cultivată pentru fibrele liberiene prelucrate în pânzeturi și semințele bogate în ulei, și fam. *Zygophyllaceae* cu *Nitraria schoberi* (gărdelniță), arbust spinos asiatic de sărături, la noi întâlnit numai la vulcanii noroioși de la Policiori (Buzău).

Ord. Celastrales

Ordin de plante lemnoase apropiate de sapindale, cu frunze simple și flori prevăzute cu disc nectarifer.

Fam. Celastraceae. Grupează arbori și arbuști cu frunze simple, prevăzute cu stipele mici sau nestipelate. Florile sunt actinomorfe, obișnuit bisexuate, tetra- pentamere $*K_{5,4}C_{5,4}A_{5,4}G_{(5-4)}$. Staminele se prind pe discul nectarifer bine dezvoltat; la unii dintre reprezentanții exotici ai familiei, numărul carpelelor poate fi mai mic. Fructul este capsulă la speciile din flora țării noastre.

Euonymus prezintă frunze opuse și flori bisexuate (Fig. 7.106). De capsula roșie rămân prinse o vreme semințele prevăzute cu o anexă cărnoasă (arilod) portocalie, creând un ansamblu aspectuos, de unde numele popular mai răspândit „salbă" care se dă speciilor genului. *E. europaea* (salbă moale) are lăstarii tetramuchiați, iar *E. verrucosa* (salbă râioasă) are lăstarii acoperiți cu numeroase verucozități.



Fig. 7.106 — Euonymus europaea: 1 - floare; 2 - diagramă florală

Fig. 7.107 — Frangula alnus: 1 - ramuri cu flori și fructe; 2 - secțiune prin floare; 3 - diagramă florală

Ord. Rhamnales

Prin prezența discului nectarifer, prin structura florii și prin analogia compușilor metabolici, rhamnalele la fel cu celastralele se leagă de rutale și sapindale. Androceul lor este însă monociclic și epipetal, iar glandele rezinifere lipsesc.

Fam. Rhamnaceae. Reunește arbori și arbuști cu frunze simple, mai adesea stipelate. Florile sunt mici, obișnuit bisexuate, actinomorfe, tetra-pentamere, perigine (ovar semiinferior) sau epigine (ovarul concrește cu receptaculul, devenind inferior) $* K_{5,4} C_{5,4} A_{5,4} G_{\overline{(4-2)}}$. Fructul mai adesea este cărnos (bacă drupacee).

În cuprinsul României se întâlnesc frecvent, prin zăvoaie și stejărișuri, *Frangula alnus* – (Fig. 7.107) (crușân, pațachină), arbust nespinos cu flori pentamere, iar prin locuri stâncoase, uscate de la marginea pădurilor *R. tinctorius* (verigariu) și *R. catharicus* (spinul cerbului), arbuști spinoși cu flori tetramere. În stepa și silvostepa din Dobrogea crește *Paliurus spina-christi* (păliur), ale cărui stipele sunt, asemănător salcâmului, transformate în spini.

Fam. Vitaceae. Grupează plante lemnoase, multe dintre ele liane sau arbuști cățărători, adesea cu cârcei dispuși opus frunzelor, care sunt deci alterne, stipelate, mai adesea palmat lobate sau compuse. Florile sunt mici, mai frecvent bisexuate, actinomorfe, tetra- pentamere, grupate în cime dispuse, și ele, opus frunzelor. Fructul vitaceelor este bacă mai mult sau mai puțin suculentă.

Vitis, gen de arbuști târâtori sau agățători, cu ritidom ce se desprinde în fâșii (ritidom căzător). La floare, pentameră cu două carpele $* K_5 C_5 A_{0+5} G_{\underline{(2)}}$ caliciul este rudimentar, iar corola are laciniile concrescute în partea superioară sub formă de scufie ce se desface și cade la înflorire. *V. sylvestris* (viță sălbatică) are fructele de cca 6 mm și frunze dimorfe (cele ale plantelor mascule sunt mai ades dublu lobate); crește prin zăvoaie. *V. vinifera* (vița-de-vie) este considerată una dintre cele mai vechi plante cultivate.

Ord. Euphorbiales

Ordin de plante cu flori unisexuate, considerat tânăr sub raport filogenetic, având poziție sistematică încă destul de controversată. Se caracterizează printr-o mare diversitate sub raportul aparatului vegetativ, iar florile au mai adesea periantul simplu sau lipsă. Gineceul este de regulă tricarpelar, dispus superior.

Fam. Euphorbiaceae. Cuprinde plante lemnoase și ierboase cu frunze mari, de regulă stipelate, dar și unii reprezentanți cu frunze atrofiate, în acest caz având ramurile metamorfozate (asimilatoare), uneori suculente cactusoide. Multe euphorbiacee posedă vase laticifere al căror latex, uneori toxic, poate conține cauciuc. Prezintă o mare diversitate a organizării florilor lor unisexuate și a inflorescențelor: unele, plante oleaginoase tropicale, au periant dublu, la altele *(Mercurialis)* florile, dioice, au periantul simplu (prin lipsa corolei); prin florile deosebit de simple se remarcă genul

Euphorbia, numai că acestea sunt reunite în inflorescențe mixte cu aspect de floare, relativ complicate. O astfel de inflorescență, numită *ciațiu* (Fig. 7.108), constă dintr-o floare femelă terminală, tricarpelară și lung pedunculată, la cele mai multe specii fără periant și aplecată. Ea este înconjurată de 5 inflorescențe cimoase (monocazii) mascule, alcătuite din flori unistaminale, de asemenea nude și pedunculate. Întreg ansamblul este înconjurat de 5 hipsofile periantiforme, provenite din bractei ale florilor mascule, printre care stau 5(4) glande nectarifere semilunare sau eliptice, a căror interpretare morfologică încă nu s-a făcut. Astfel alcătuit, ciațiul dovedește că, în decursul evoluției, poate avea loc întrunirea florilor unisexuate într-un pseudanțiu. În cazul genului *Euphorbia,* acesta îndeplinește la polenizare rolul biologic al florii bisexuate. Fructul euphorbiaceelor este o capsulă, mai adesea dehiscentă în trei valve. Semințele sunt prevăzute cu un caruncul.

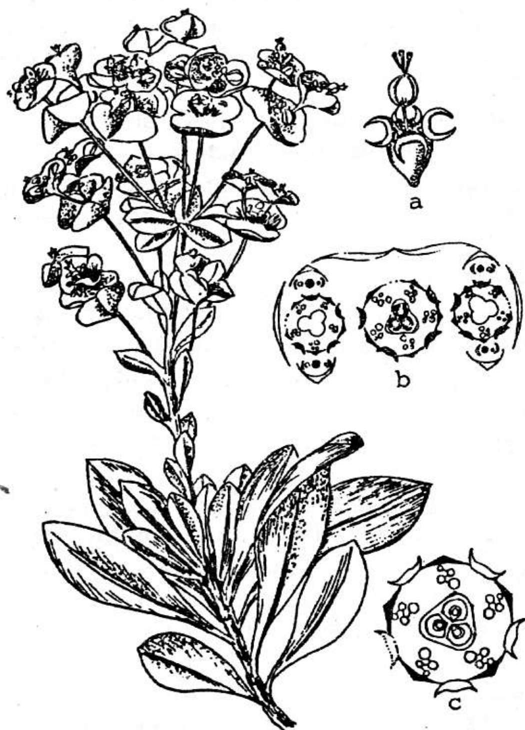


Fig. 7.108 — Euphorbia amygdaloides; a - ciațiu; b - diagrama unei ramuri dicaziale cu trei ciații; c - diagrama ciațiului

Euphorbia, gen de plante ierboase (în regiunile tropicale și arborescente) cu frunze simple și flori unisexuate grupate în ciații. *E. amygdaloides* (alior, laptele cucului – Fig. 7.108) face parte dintre euforbiile perene, cu glandele ciațiului semilunare; este o specie indicatoare de mull. *E. carniolica* are glandele ciațiului eliptice și capsula cu tuberculi mici. *E. epithymoides (E. polychroma)* se evidențiază la marginea pădurilor, prin rariști și tufărișuri, datorită hipsofilelor portocalii. *Mercurialis perennis* (brei), plantă lipsită de suc lăptos, cu frunze opuse și flori dioice $♂ * P_3 A_{12-9}; ♀ * P_3 G_{(2)}$, crește în păduri umbroase.

Fam. Buxaceae. Reprezintă o unitate cu puțini componenți, îndeosebi plante lemnoase sempervirente. Frunzele sunt pieloase, simple, nestipelate, florile unisexuate monoice $♂ * P_4 A_4$; $♀ * P_6 G_{(3)}$, iar fructele capsule sau drupe. Prin grădini, parcuri și cimitire se cultivă ca plantă ornamentală *Buxus sempervirens* (cimișir).

Ord. Santalales

Ordin de plante răspândite predominant în regiunile tropicale și subtropicale, multe fiind heterotrofe (semiparazite sau parazite). Cuprinde

reprezentanți arborescenți, mai cunoscut fiind *Santalum* (fam. *Santalaceae*) cu lemn alb sau gălbui foarte valoros („lemn de santal"), dar și reprezentanți ierboși ca *Thesium* (fam. *Santalaceae)* cu specii semiparazite pe rădăcini. Unele santalale holoparazite, lipsite de frunze, au aspectul ciupercilor cu pălărie, ca *Balanophora* (fam. *Balanophoraceae)*. Din familia *Loranthaceae* fac parte cele două specii de vâsc semiparazite pe ramuri: *Loranthus europaeus* (vâscul de stejar), cu frunze caduce, și *Viscum album* (vâsc), cu frunze sempervirente. La ambele specii florile sunt unisexuate dioice ♂ $*P_{3-6}A_{3-6}$; ♀ $*P_{3-6}G_{(\overline{2})}$, iar fructul, pseudobacă, este acoperit de o materie cleioasă.

Ord. Araliales

Ordin care prin prezența discului nectarifer bine dezvoltat stă aproape de *Rutales, Celastrales* și *Rhamnales*. Reunește familii cu reprezentanți ierboși și lemnoși (arbuști, liane, arbori) cu frunze alterne, foarte diverse morfologic, obișnuit nestipelate, cu inflorescențe umbele și cu flori mici, având caliciul redus. La flori s-a putut evidenția tendința spre simplificare, prin reducerea androceului și a numărului de carpele.

Fam. Araliacee. Reunește arbori, arbuști, liane și puține specii ierboase, răspândite mai ales în regiunile tropicale și subtropicale. Florile sunt mici, verzui, bisexuate, mai adesea pentamere (la iederă $*K_5C_5A_5G_{(\overline{5})}$), iar fructul bacă. *Hedera helix* (iederă) este o liană ce se fixează de suport prin rădăcini adventive. Înflorește toamna (septembrie-octombrie), iar fructele devin mature în primăvara anului următor (aprilie-mai).

Fam. Apiaceae (Umbelliferae). Umbeliferele sunt aproape exclusiv plante ierboase, purtătoare în toate organele ale unor canale secretoare.

Apartenența diferiților reprezentanți la această familie se recunoaște ușor datorită tulpinii cu creste longitudinale și internodii fistuloase, frunzelor alterne, penat sau palmat (ternat) sectate ori compuse, rareori întregi (la *Bupleurum)* sau palmat partite (la *Sanicula),* prevăzute cu o teacă umflată, și mai ales datorită inflorescenței predominante umbela compusă ce are la baza radiilor câte un verticil de frunzișoare bracteiforme (hipsofile) numit în cazul umbelei *involucru* și respectiv *involucel* în cazul umbelulelor.

Deși entomofile, umbeliferele au florile mici (remarcabile, însă ca inflorescențe), albe (rareori gălbui sau rosee), caracterizate prin următoarea alcătuire: $*K_5C_5A_5G_{(\overline{2})}$. Sepalele sunt foarte reduse, iar petalele au adesea un lobușor îndoit spre interior (Fig. 7.109). Carpelele își au stilele pe niște pernițe nectarifere, rotund conice, ce alcătuiesc *stilopodiul*. În fiecare din cele două loji ovariene, atârnă de peretele median câte un ovul anatrop. Cele două ovule vor evolua în semințe cu mult endosperm (embrionul rămâne mic), al căror înveliș extern (testa) concrește cu pericarpul într-o *dicariopsă*. Prin clivare, dicariopsa se desface, începând de la bază, în două semifructe ce rămân prinse de axa mediană *(carpofor),* care, și ea, se despică începând de sus în jos (Fig. 7.109–2).

Sanicula europaea (sânișoară) se deosebește de alte umbelifere prin frunzele 3–5 palmat partite; crește de la câmpie până la limita superioară a subzonei fagului. *Aegopodium podagraria* (piciorul caprei – Fig. 7.110) este un component al pădurilor de șleau, dar pătrunde și în aninișuri. *Anthriscus nitida* (asmățui de pădure) se caracterizează prin frunze 3-penat sectate și semifructe aproape cilindrice; specie mezohigrofită, se întâlnește frecvent prin pădurile montane și subalpine din subzona fagului și subzona molidului, în locuri umbrite.

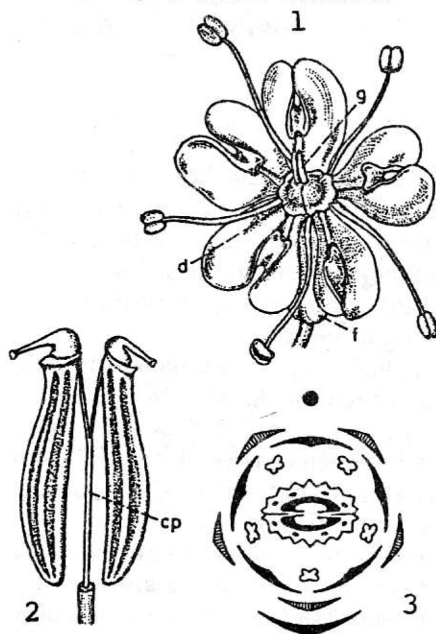


Fig. 7.109 — Floare (1), fruct (2) și diagramă florală (3) la Apiaceae: f - ovar infer; g - stil; d - disc nectarifer; cp - carpofor



Fig. 7.110 — Aegopodium podagraria; a - fruct; b - diagramă florală

Unele dintre umbelifere conțin alcaloizi toxici, așa bunăoară sunt două specii numite în popor cucută *(Cicuta virosa, Conium maculatum);* altele sunt valoroase plante alimentare prin rădăcinile tuberizate: *Petroselinum hortense* (pătrunjel), *Apium graveolens* (țelină), *Daucus carota* (morcov), *Levisticum officinale* (leuștean) etc.

SUBCLASA DILLENIIDAE

Reunește ordine de plante lemnoase și ierboase cu frunze simple. În organizarea florilor, spre deosebire de roside, se remarcă la unii reprezentanți o multiplicare a staminelor (poliandrie secundară) prin dedublarea centrifugală, iar tendința de reducere la un singur ciclu de stamine (haplostemonie) este mai puțin accentuată. La dilleniidele primitive ovarul este apocarp, la altele eusincarp, ordinele mai evoluate fiind caracterizate prin ovar paracarp (și lisicarp) sau prin petale unite (simpetalie).

Sub raport filogenetic s-au putut evidenția unele asemănări între dileniidele primitive și saxifragalele lemnoase, sugerând descendența lor comună.

La baza subclasei se află ordinul *Dilleniales,* cu unele caractere de primitivitate: înveliș floral din elemente nestabilizate ca număr și dispuse spiralat, gineceu pluricarpelar apocarp, cu ovule numeroase, semințele au endosperm bogat de tip nuclear, iar fructul adesea este foliculă. În flora României ordinul este reprezentat prin genul *Paeonia* – bujor (fam. *Paeoniaceae),* cu specia *P.peregrina,* răspândită în pădurile și silvostepa din sudul țării.

O r d. T h e a l e s

Cuprinde familii de plante lemnoase din regiunile calde, puțini dintre reprezentanți fiind ierboși. Prezintă mai multe caractere asemănătoare (evidențiind legături certe de filiație) cu ordinul *Dilleniales.* În florile lor bisexuate, rar unisexuate, unele cicluri sunt adesea polimere. Sunt mai bine cunoscute familiile *Theaceae,* din care face parte *Thea sinensis* (ceaiul chinezesc) și *Hypericaceae,* cu unii reprezentanți ierboși în cuprinsul țării noastre, între care *Hypericum hirsutum* (Fig. 7.111), plantă de parchete, și *H. perforatum* (pojarniță) folosit pentru ceai (surogat sau medicinal).

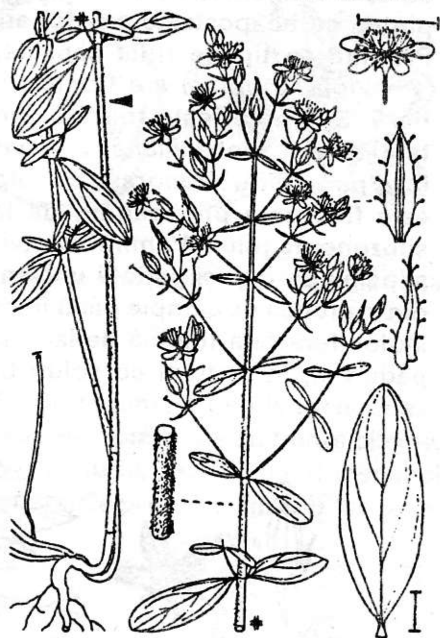


Fig. 7.111 — Hypericum hirsutum

O r d. S a r r a c e n i a l e s

Este un ordin de plante mixotrofe (realizează fotosinteză, dar substanțele azotoase le obțin prin proteoliza insectelor prinse în capcane). Adaptările în acest sens sunt legate de metamorfoza frunzelor, transformate în urne tubuloase a căror deschidere este prevăzută cu peri recurbați ce nu permit ieșirea insectelor pătrunse (la *Sarraceniaceae)* ori în urne care posedă un căpăcel (opercul) (la *Nepenthaceae);* la reprezentanții familiei *Droseraceae* frunzele sunt acoperite cu tentacule măciucate, prevăzute cu glande secretoare de substanțe lipicioase și enzime proteolitice (la *Drosera)* ori pentru prinderea insectelor, frunzele își apropie rapid, prin mișcări seismonastice, cele două jumătăți, plierea realizându-se în dreptul nervurii mediane (la *Dionaea, Aldrovanda).*

O r d. V i o l a l e s (P a r i e t a l e s)

Reunește familii de plante lemnoase și ierboase cu frunze stipelate, flori cu periant dublu tetra- pentamere, gineceu de regulă cu numai trei

carpele unite, având ovarul superior, unilocular, cu placentație parietală. Prezintă asemănări anatomice și de alcătuire a florii (evidente mai ales la familia *Flacourtiaceae)* cu ordinul *Dilleniales.*

Fam. Violaceae. Familie de plante ierboase (în regiunile tropicale și lemnoase) cu frunze alterne, stipelate și flori solitare, bisexuate, la speciile europene zigomorfe ($\cdot|\cdot K_5C_5A_5G_{(3)}$). Petala inferioară este prelungită într-un pinten ce adăpostește cei doi apendici nectariferi ai staminelor ventrale. Prezintă ca tip de fruct capsula, la maturitate dehiscentă în trei valve.

Viola (toporaș) are florile pe pedunculi axilari, cu două bracteole la bază. Stigmatul este foarte diferit conformat (caracter sistematic important). *V. reichenbachiana (V. sylvestris)* (colțunii popii, toporaș – Fig. 7.112) face parte dintre toporașii cu tulpini aeriene foliate și cu stipele fimbriate; este frecventă prin păduri, de la câmpie până spre limita superioară a subzonei fagului. *V. mirabilis* (viorele) se deosebește de precedenta prin stipelele întregi și pețiolii uniserial păroși; populează pădurile de foioase, din regiunea de câmpie până în cea montană. *V. odorata* (tămâioară) plantă stoloniferă fără tulpină aeriană normală, vegetează mai ales la marginea pădurilor, în stațiuni cu soluri bogate în azot accesibil.



Fig. 7.112 — Viola reichenbachiana:
a - stipele; b - forme de gineceu; c - fruct; d - diagramă florală

Familia Tamaricaceae. Cuprinde reprezentanți majoritar arbustivi, adaptați la condiții de uscăciune, unii suportând chiar un anumit grad de salinitate. Legat de aceste condiții, evoluția lor a urmat calea reducerii

suprafeței foliare (frunzele sunt scvamiforme – ca niște solzișori – sau ericoide – mici, liniare), iar ramurile au devenit virgate, asimilatoare.

Prezintă flori grupate în raceme spiciforme, tetra- pentamere (Fig. 7.113), exceptând gineceul care este, mai adesea, la fel ca la violacee, tricarpelar. Tot ca la violacee, capsula se deschide până la bază, în trei valve. *Tamarix ramosissima* (cătină roșie) crește pe aluviunile nisipoase, cu tendință de salinizare, ale râurilor din sudul și estul țării. Este recomandabilă utilizarea ei în perdelele de protecție și pentru fixarea nisipurilor. *Myricaria germanica* (cătină mică) este un subarbust ce colonizează prundișurile pâraielor montane.

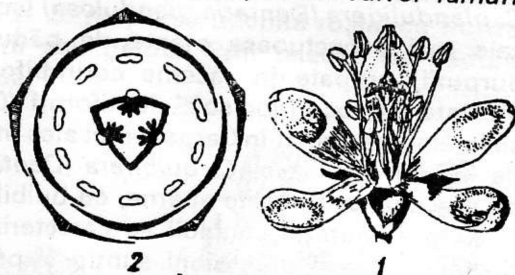


Fig. 7.113 — Myricaria: 1 - floare; 2 - diagramă florală

Ord. Capparales

Se caracterizează îndeosebi prin florile di- tetramere pe plante ierboase și lemnoase (mai ales cele din fam. *Capparidaceae)*, prevăzute cu frunze alterne.

Considerat ordin de plante în plină evoluție, cu familii (îndeosebi *Brassicaceae)* bogate în reprezentanți, capparalele prezintă legături filogenetice cu ordinul *Violales,* deși unii autori le găsesc analogii de structură cu papaveralele.

Fam. Brassicaceae (Cruciferae). Cruciferele sunt plante ierboase anuale sau perene, rar arbustive, cu frunze alterne, nestipelate și inflorescențe raceme, adesea corimbiforme, lipsite de bractee florale (hipsofile). Florile lor, bisexuate și actinomorfe, constau din două cicluri dimere de sepale, 4 petale, 2 stamine externe mai scurte și 4 interne mai lungi și 2 carpele concrescute prin margini (ovar paracarp) $*K_{2+2}C_4A_{2+4}G_{(2)}$. Deși de tip paracarp, ovarul este totuși compartimentat în două loji, printr-un perete longitudinal provenit prin proliferări din țesuturile marginale ale carpelelor (deci perete fals). Fructul este silicvă ori siliculă. La deschiderea acestuia, peretele fals, încadrat de rame provenite din placente, și cu aspectul unui sept membranos, se menține o vreme pe peduncul, cu semințele alipite de el, contribuind la susținerea lor (Fig. 7.114).

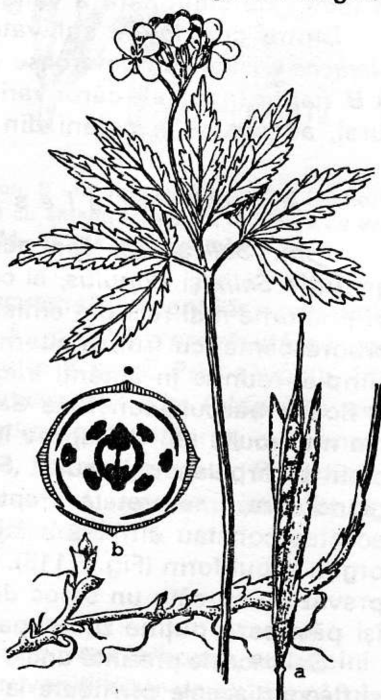


Fig. 7.114 — Cardamine glanduligera; a - fruct; b - diagramă florală

În țesuturi, brassicaceele, la fel cu capparidaceele și resedaceele, posedă idioblaste, mai adesea în formă de burduf, deținătoare de mirozină, ferment ce scindează glicosidele în esență de muștar. La baza staminelor se află glande nectarifere sub forma unor mici proeminențe.

Cardamine are fructul silicvă liniară, cu stigmatul globulos, persistent. *C. glanduligera (Dentaria glandulosa)* (colțișor – Fig. 7.114) este una dintre cele mai aspectuoase plante de pădure, datorită florilor mari, violet purpurii, grupate în raceme corimbiforme; rizomul ei lung și subțire prezintă din loc în loc solzi dentiformi *(Dentaria* de la lat. *„dens"* = dinte); se întâlnește numai în Carpați, mai ales în făgetele montane și în amestecuri de fag cu rășinoase. *C. bulbifera (Dentaria bulbifera)* are spre deosebire de precedenta frunzele alterne, cu bulbili axilari, și corolă deschis violetă. *C. amara* (stupitul cucului) se caracterizează prin flori adesea albe, prin rizomi emițători de stoloni subțiri și prin frunze fără bulbili axilari.

Lunaria rediviva (lopățea, pana zburătorului) este una dintre cele mai decorative plante din pădurile noastre, atât prin florile sale mari cu petale violete, cât și prin septumul (peretele fals) alb sclipitor al fructelor. *Capsella bursa-pastoris* (traista ciobanului), una dintre cele mai comune buruieni din culturile agricole și din pepiniere, este lesne de recunoscut datorită siliculelor obcordate cu aspect de desagă. *Alliaria petiolata (A. officinalis)* (usturoiță), indicatoare ca și precedenta de azot accesibil, se întâlnește destul de frecvent în buruienișuri, tăieturi de pădure, luminișuri (adesea în locuri de staționare a vânatului).

Dintre cruciferele cultivate ca plante alimentare fac parte *Brassica oleracea* (varza) cu numeroase varietăți obținute prin cultură, *B. rapa* (rapiță) și *B. napus* (napi) ale căror varietăți cu rădăcina tuberizată se cultivă pentru furaj, adesea și în poieni din păduri, în ogoare de hrană pentru vânat.

Ord. Salicales

Fam. Salicaceae. Din această unică familie a ordinului fac parte genurile *Salix* și *Populus,* ai căror reprezentanți sunt răspândiți îndeosebi în ținuturile mai reci din emisfera nordică. Sunt specii dioice, arbustive și arborescente, cu frunze alterne, simple, prevăzute cu stipele și flori mici, simple, reunite în amenți a căror înflorire de regulă precede înfrunzirea. O floare masculă constă la *Salix* din câteva stamine (12–2), iar la *Populus* din mai multe (30–4) dispuse în axila unei bractei, iar floarea femelă dintr-un pistil bicarpelar, unilocular. Fiecare floare prezintă însă niște formațiuni glandulare, interpretate drept periant foarte redus. La sălcii (entomofile) acestea constau din 1–2 solzi nectariferi, iar la plopi (anemofili) dintr-un organ cupuliform (Fig. 7.115). În fructe, capsule, se află numeroase semințe prevăzute cu câte un smoc de peri, dar lipsite de țesut nutritiv, de aceea își păstrează puține zile capacitatea germinativă.

Salicaceele prezintă unele asemănări (indicând înrudiri) cu tamaricaceele și flacourtiaceele privitoare la inflorescențe, alcătuirea gineceului, existența glandelor nectarifere și a semințelor păroase. De *Tamaricaceae* amintesc și prin ecologie (plante de aluviuni ce formează zăvoaie la marginea apelor).

Salix (salcie) (Fig. 7.115) are bracteele (scvamele) amenților întregi, fiecare în axilă cu câte o floare ♂P_0A_{12-2}; ♀$P_0G_{(2)}$ prevăzută cu 1–2 glande nectarifere la bază, iar mugurii posedă un singur solz. Prin zăvoaie sunt comune: *S. alba* cu lujeri tineri și frunze sericeu pubescente, *S. triandra* cu flori tristaminale și lujeri ce nu sunt fragili, *S. fragilis* (salcie plesnitoare) cu flori bistaminale și lujeri fragili și *S. purpurea* (răchită roșie) cu frunze oblanceolate și lujeri roșii-purpurii sau gălbui. Prin tăieturi de pădure abundă *S. caprea* (salcie căprească).

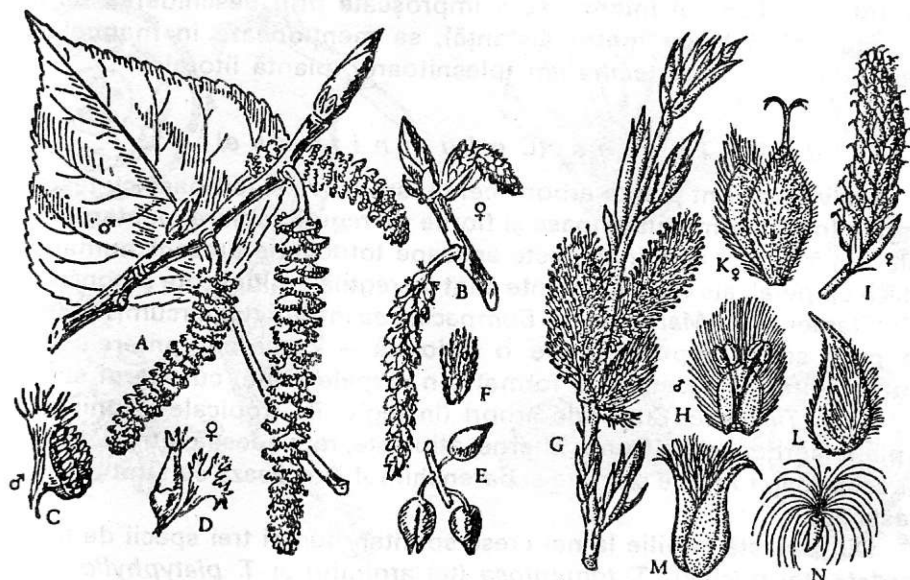


Fig. 7.115 — Populus și Salix: Populus (A - ramură cu flori; B - ramură cu fructe; C și D - flori cu bractee; E și F - fructe și sămânță); *Salix* (G - ramură cu amenți masculi; I - ramură cu un ament femel; H și K - flori cu bractee; L și M - fructe și N - sămânță

Populus (plop) (Fig. 7.115) are bracteele (scvamele) amenților ± profund incizate, fiecare în axilă cu câte o floare ♂P_0A_{30-4}; ♀$P_0G_{(2)}$ prevăzută cu un disc oblic, cupuliform, iar mugurii au cel puțin 3 solzi. Prin zăvoaie, în regiunea de câmpie și dealuri, se întâlnesc frecvent *P. alba* (plop alb), cu frunze lobate, alb tomentoase pe dos, și *P. nigra* (plop negru), cu frunze rombic ovate, glabre, iar prin tăieturi de pădure, adesea invadant, *P. tremula* (plop tremurător). Pentru creșterea rapidă se cultivă frecvent, mai ales în terenuri umede, plopii negri hibrizi („plopi de Canada").

Ord. Cucurbitales

Fam. Cucurbitaceae. Familie de plante mai frecvent ierboase, cu tulpini târâtoare sau agățătoare prevăzute cu cârcei proveniți dintr-un ax, ale cărui ramuri sunt frunze metamorfozate. Frunzele asimilatoare se dispun altern, sunt simple, întregi sau palmat lobate, nestipelate. Prezintă flori actinomorfe,

unisexuate ♂ $K_{(5)}C_{(5)}A_5$; ♀ $K_{(5)}C_{(5)}G_{\overline{(3-5)}}$, asemănătoare ca structură celor ale violalelor, îndeosebi celor din familia *Passifloraceae*, de care se leagă filogenetic. Fructul baciform este mare la mulți dintre reprezentanți, cu partea internă cărnoasă, zemoasă.

La marginea apelor, mai ales în zăvoaie, s-a răspândit la noi în ultimul timp planta nord-americană *Echinocystis echinata* (bostănaș spinos), cu fructe veziculos umflate, acoperite cu spinișori. Pentru adaptarea sa interesantă la diseminarea autochoră (după desprinderea de pe penducul, semințele și lichidul interior sunt împroșcate prin deschiderea bazală a fructului, până la un metru distanță), se menționează în manualele de specialitate *Ecbalium elaterium* (plesnitoare), plantă litorală.

Ord. Malvales (Columniferae)

Malvalele sunt plante arborescente, arbustive și ierboase cu țesuturile bogate în celule mucilaginoase și florile de regulă radiare, pentamere. Din cele două cicluri staminale, este aproape totdeauna prezent numai ciclul intern epipetal, ale cărui elemente sunt de regulă multiplicate și concrescute prin filamente (la *Malvaceae* și *Bombacaceae* într-un tub circumpus stilului, pe care se suprapun, ca pe o coloană – *columna*, anterele libere, îngrămădite). Gineceul este format din carpele unite, cu ovarul superior.

Fam. Tiliaceae. Cuprinde arbori (în regiunile tropicale și unii arbuști și plante ierboase) cu frunze alterne, stipelate, mai adesea întregi. În liberul lor secundar, tuburile ciuruite și parenchimul alternează cu straturi de fibre elastice.

Din această familie la noi cresc spontan numai trei specii de tei: *Tilia cordata* (tei pucios), *T. tomentosa* (tei argintiu) și *T. platyphyllos* (tei cu frunza mare). Aceștia sunt arbori cu frunze cordate și flori entomofile, grupate în dicazii concrescute cu o bractee pieloasă, al cărei rol biologic este legat de diseminarea prin vânt (diseminare anemochoră). În florile pentamere $* K_5C_5A_{0+5^{\infty}}G_{(5)}$, cele 5 stamine din ciclul extern au regresat, devenind staminodii petaloide, iar cele 5 interne s-au multiplicat, generând 5 fascicule epipetale (Fig. 7. 116). Ovarul pentalocular adăpostește 5x2 ovule, însă va evolua într-o achenă (nuculă) monospermă, pentru că 9 dintre ovule degenerează. Cele trei specii indigene de tei cresc îndeosebi în amestecurile de foioase (păduri de șleau) din regiunea de câmpie și de dealuri, identificându-se mai ales după părozitatea frunzelor.

Dintre tiliaceele tropicale – subtropicale menționăm genul *Corchorus* cu specii furnizoare de fibre textile (iuta) și *Sparmannia africana* (teiul de cameră).

Fam. Malvaceae. Este reprezentată în flora noastră numai prin plante ierboase, însă în ținuturile mediteraneene și tropicale deține taxoni arbustivi și arborescenți. Frunzele lor, stipelate, simple și ± profund palmat incizate se dispun altern, iar florile sunt mari, cu periantul pentamer (Fig. 7.117). Staminele sunt numeroase (provenite însă din multiplicarea celor 5 din ciclul intern și purtând fiecare câte o jumătate de anteră), iar carpelele 3–5,

adeseori și mai multe (până la 50) $*K_5C_5A_{0+5\infty}\ G_{(\underline{3-\infty})}$. Petalele se prind de baza tubului (coloanei) staminal. Ceea ce caracterizează mai ales malvaceele făcându-le ușor identificabile este prezența unui „caliciu extern" (persistent ca și cel intern), provenit din bracteele superioare, și a unui fruct care la speciile noastre se desface la maturitate în atâtea elemente de fruct (mericarpii) monosperme, câte carpele participă la alcătuirea gineceului (Fig. 7.117 C).

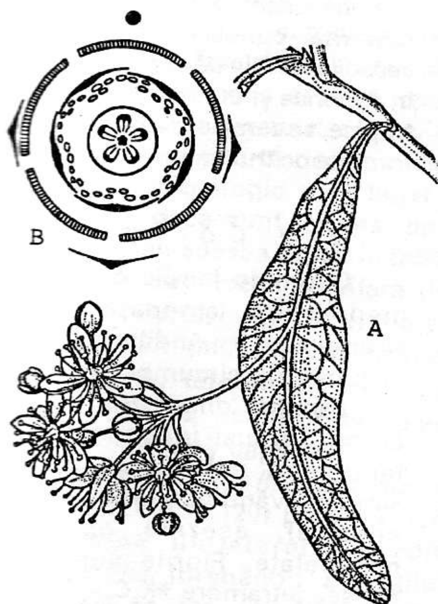


Fig. 7.116 — Tilia: A - inflorescență cu bractee; B - diagramă florală

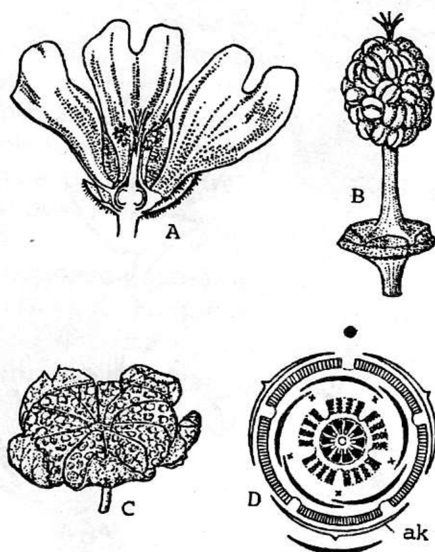


Fig. 7.117 — Malva: A - secțiune în floare; B - stamine cu filamentele unite într-o coloană; C - fruct; D - diagramă florală; ak - calciu extern

Malva are cele 3 foliole ale caliciului extern libere. *M. sylvestris* (nalbă) (Fig. 7.118), cu florile mari (petalele de 3–6 ori mai lungi ca sepalele), este plantă nitrofilă. În locuri călcate, cu exces de azotați, mai ales prin curțile țărănești, crește adesea abundentă *M. neglecta* (nalbă măruntă, cașul popii).

Althaea officinalis (nalbă mare), cu „ caliciul extern" 6–9 foliolat, se întâlnește prin locuri nisipoase din lunci, uneori și prin zăvoaie; rădăcinile sale conțin 35% mucilagiu.

Între cele mai cunoscute plante de cultură sunt *Gossypium hirsutum* (bumbac) ale cărei capsule se desfac la maturitate în valve (nu în mericarpii), eliberând semințele mari acoperite cu peri lungi până la 6 cm, unicelulari, *Althaea rosea* (nalbă de grădină) cu florile de 8 cm, foarte decorative, *Hibiscus syriacus* (zămoșița de Siria), un arbust asiatic cultivat de asemenea prin grădini ca plantă de ornament, și *H. esculentus* (bame) ale cărei capsule alungite se consumă.

Din ordinul *Malvales* mai fac parte două familii de plante tropicale: *Bombacaceae* la care aparține *Adansonia digitata* (baobab), arbore african remarcabil prin grosimea trunchiurilor și polenizarea prin lilieci, și *Sterculiaceae* al cărui reprezentant mai cunoscut *Theobroma cacao* (arborele de cacao), indigen în America și cultivat peste tot la tropice, se caracterizează prin flori formate pe trunchiuri *(cauliflorie)*.



Fig. 7.118 — Malva sylvestris; a - secțiune prin floare

Ord. Cornales

Cuprinde familii de plante predominant lemnoase (arbori și arbuști), răspândite mai ales în ținuturile circumpolare.

Familia Cornaceae grupează arbori și arbuști (puțin reprezentanți sunt ierboși) cu frunze simple (având nervurile laterale arcuate), așezate opus și nestipelate. Florile sunt mai adesea tetramere $*K_4C_4A_4G_{\overline{(2)}}$, cu sepale mici și stamine dispuse la marginea unui disc nectarifer. Fructele sunt drupe (pseudodrupe) cu sâmburele bilocular.

Cornus mas (corn – Fig. 7.119) crește prin păduri și tufărișuri xeroterme unde se identifică mai ales după drupele de culoare roșie. *C. sanguinea* (sânger) este mai răspândit decât cornul și prezintă fructele globuloase, negre-albăstrui.

Fam. Aquifoliaceae. Este o familie de plante lemnoase răspândite mai ales în America. În Munții Apuseni la Zâmbru crește, în unicul loc din țară, specia atlantică *Ilex aquifolium* (laur), arboraș cu frunze spinoase. Indigenatul ei la noi este însă incert.

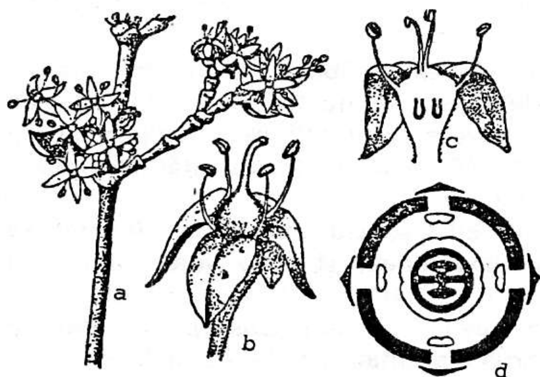


Fig. 7.119 — Cornus mas: a - ramură cu flori; b - floare mărită; c - idem în secțiune; d - diagramă florală

Fam. Hydrangeaceae face legătura ordinului cu saxifragalele lemnoase prin unele caractere florale (carpele puțin concrescute, două cicluri de stamine sau poliandrie secundară). La noi se cultivă ca arbuști în spații verzi *Philadelphus* (iasomie falsă), *Hydrangea* (hortensie), *Deutzia* etc.

O r d. E r i c a l e s (B i c o r n e s)

Ordin de plante majoritar lemnoase, obligat micoritice, cu frunze frecvent coriacee, sempervirente, nestipelate și flori tetra-pentamere. Gamopetalia frecventă și numărul stabilizat de stamine le situează în sistemul filogenetic al angiospermelor deasupra ordinului *Theales*, din care în mod cert s-au desprins. Anterele se deschid prin pori (prezenți și la *Theales)* și poartă doi apendici în formă de corn (de aici *„Bicornes")*, al căror rol biologic este legat de polenizare (favorizează împrăștierea polenului, dacă sunt împinși de insectele polenizatoare). Grăunciorii de polen rămân adesea prinși în tetrade, iar ovarul este eusincarp, placentația fiind deci mai frecvent axilară (Fig. 7.121).

Fam. Pyrolaceae. Cuprinde plante ierboase perene, la noi răspândite mai ales în pădurile de rășinoase. Frunzele sunt simple, iar florile actinomorfe, tetra-pentamere, au corola dialipetală: $*K_{5-4}C_{5-4}A_{5+5,\ 4+4}G_{\underline{(5-4)}}$. Ciclul staminal extern este epipetal (androceu obdiplostemon). Fructul pirolaceelor este capsula.

Orthilia secunda (Pyrola secunda) (perișor – Fig. 7.120) prezintă flori în raceme unilaterale. *Pyrola rotundifolia* (brăbănoi) are stilul încovoiat în jos, iar florile albe dispuse de jur împrejurul axei racemului. *Moneses uniflora (Pyrola uniflora)* (părăluță de munte) se aseamănă cu speciile precedente prin forma frunzelor sempervirente, dar florile sunt singulare, iar capsulele erecte. *Monotropa hypopitys* (sugătoare), interesantă prin adaptarea la saprofitism (saprofită de moder), are culoarea palid gălbuie prin lipsa clorofilei, iar frunzele sunt reduse, solziforme; se întâlnește prin păduri, din subzona gorunului până în cea a molidului.



Fig. 7.120 — Orthilia secunda; a - diagramă florală

Fam. Ericaceae. Ericaceele sunt predominant arbuști pitici, remarcabili mai ales prin frunzele obișnuit xeromorfe, pieloase și

sempervirente, uneori reduse (aciculare sau solziforme). Joacă un rol important (fiind adesea dominante) în covorul vegetal din regiunile arctice și atlantice, iar la noi în turbăriile oligotrofe (tinoave) și deasupra limitei pădurii (etajul alpin inferior). Floarea lor se aseamănă cu cea a pirolaceelor, însă corola este de regulă gamopetală, iar ovarul, superior la majoritatea genurilor și generând ca fruct capsula *(Erica, Rhododendron, Bruckenthalia, Calluna)*, excepțional baca *(Arctostaphylos uva-ursi* – strugurii ursului), a devenit în decursul evoluției inferior, iar fructul este atunci totdeauna cărnos (pseudobacă).

Rhododendron myrtifolium (R. kotschyi) (smirdar) are corola infundibuliformă (în formă de pâlnie), iar frunzele pe dos cu glande solzoase ruginii. *Bruckenthalia spiculifolia* (coacăză) este un arbust montan scund, cu frunze verticilate, aciculare, și flori mici, roz-violacee, în raceme terminale. *Calluna vulgaris* (iarbă neagră) crește în aceleași condiții de sol cu precedenta, de care se deosebește morfologic mai ales prin frunzele opuse și florile mai deschise la culoare. *Loiseleuria procumbens* abundă în locurile vântuite din zona alpină.

Vaccinium face parte dintre ericaceele cu ovar inferior și fruct pseudobacă. *V. myrtillus* (afin – Fig. 7.121) se caracterizează prin ramuri muchiate, verzi și frunze ovate, căzătoare. *V. vitis-idaea* (merișor) se recunoaște după frunzele verzi peste iarnă, groase, lucioase, cu marginile răsfrânte.

Ord. Ebenales

Cuprinde plante lemnoase tropicale, între care speciile din fam. *Ebenaceae* producătoare ale cunoscutului lemn de abanos negru *(Diospyros ebenum)*, de abanos verde *(D. chloroxylon)* sau roșu *(D. rubra)*. Un alt reprezentant, *Pallaquium gutta* din familia *Sapotaceae*, furnizează o materie de natura cauciucului, folosită ca izolator al cablurilor electrice.

Unele caractere anatomice, embriologice, biochimice și de organizare florală conduc spre ipoteza filiației acestui ordin din *Theales*.

Ord. Primulales

Este reprezentat în flora europeană prin familia de plante ierboase *Primulaceae;* alte două familii de primulale lemnoase (arbori și arbuști) se află în regiunile tropicale.

În floarea lor, obișnuit pentameră, primulalele au un singur ciclu de stamine, cel extern fiind staminodial ori avortat, iar gineceul este unilocular, cu ovulele dispuse pe o coloană mediană (placentație centrală). Polenizarea se face prin insecte.

Fam. Primulaceae. Reunește plante ierboase din regiunea holarctică, având frunze nestipelate, simple, uneori dispuse în rozete bazale (tulpina aeriană fiind în acest caz nefoliată, adică scap, terminat mai adesea cu o umbelă), alteori frunzele se dispun în lungul tulpinii, altern, opus sau verticilat. Florile sunt pentamere, obișnuit actinomorfe $*K_{(5)}[C_{(5)}A_{0+5}]G_{(5)}$. Tipul de fruct – capsulă dehiscentă în diferite moduri.

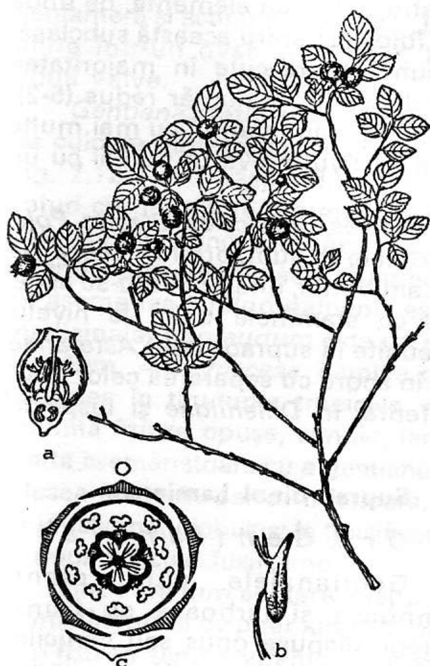


Fig. 7.121 — Vaccinium myrtillus:
a - secțiune prin floare; b - stamină;
c - diagramă florală

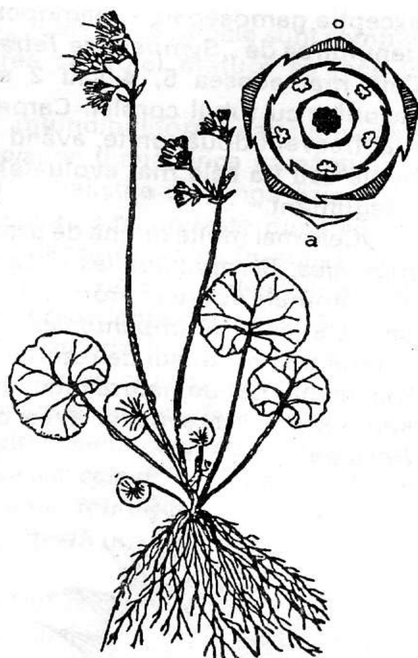


Fig. 7.122 — Soldanella hungarica:
a - diagramă florală

Soldanella hungarica (S. major) (căldărușă – Fig. 7.122) are corola campanulată, albastru-violetă, profund incizată în lobi subțiri (fimbrii); este răspândită în molidișuri și jnepenișuri, apoi în amestecurile de fag cu rășinoase. *Primula veris (P. officinalis)* (ciubotica cucului) are florile galben-aurii, tubuloase; crește prin pajiști, dar și prin tufărișuri și luminișuri de pădure.

Lysimachia se caracterizează prin frunze uniform repartizate pe tulpină și flori galbene. *L. nummularia* (drețe, gălbioară) prezintă tulpini repente cu frunze opuse, rotunde sau eliptice, în axilă cu câte o floare a cărei corolă, galbenă, este profund divizată în cinci lacinii; crește pe soluri compacte, cu drenaj intern greu. *L. vulgaris* (gălbioară) se aseamănă cu precedenta numai sub raportul florilor, deoarece tulpinile sunt erecte, înalte până la 1,5 m, cu frunzele alungit ovate; este unul dintre cele mai frecvente elemente ale vegetației de luncă.

Din aceeași familie mai face parte și *Anagallis arvensis* (scânteuță), buruiană comună pe ogoare și pepiniere; în apartament și sere se cultivă *Cyclamen purpurascens* (ciclamen).

SUBCLASA ASTERIDAE

Grupează ordinele cele mai evoluate de dicotiledonate, caracterele de superioritate manifestându-se în special în organizarea florilor, aici fără

excepție gamosepale și gamopetale, cu patru cicluri de elemente, de unde denumirea de „*Sympetalae Tetracyclicae*" folosită pentru această subclasă. Cele mai adesea 5, 4 sau 2 stamine sunt concrescute în majoritatea cazurilor cu tubul corolei. Carpelele sunt de obicei în număr redus (5-2), mai frecvent două, unite, având ovarul superior sau inferior, cu mai multe ovule sau (la cele mai evoluate) cu un singur ovul prevăzut numai cu un integument.

Cele mai multe ordine de asteride *(Gentianales, Dipsacales, Oleales, Polemoniales, Scrophulariales* și *Lamiales)*, grupate în supraordinul *Lamianae*, au staminele libere și produsul de rezervă amidonul, diferențiindu-se astfel de asteridele *(Campanulales, Asterales)* cu staminele unite la nivelul anterelor și produsul de rezervă inulina, reunite în supraordinul *Asteranae*. Datele mai noi de natură biochimică sunt în acord cu separarea celor două supraordine, care par a avea origine diferită, în *Dilleniidae* și respectiv *Rosidae*.

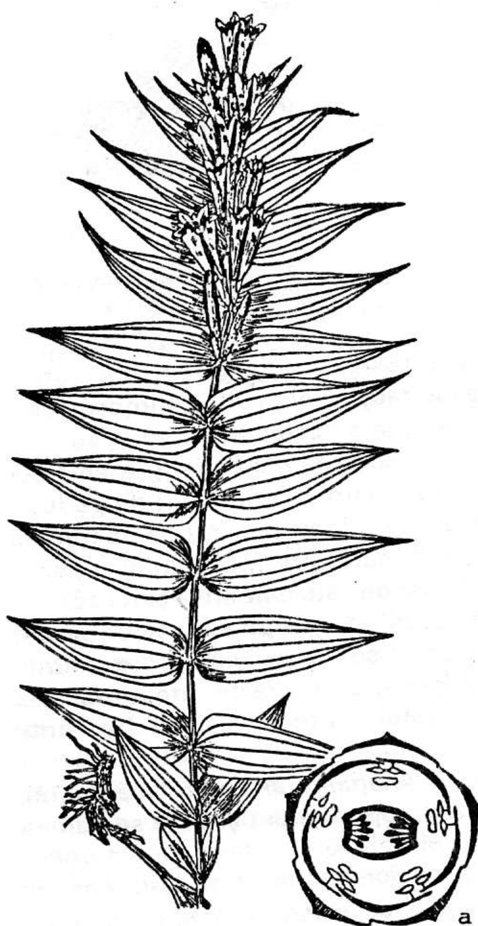


Fig. 7.123 — Gentiana asclepiadea;
a - diagramă florală

Supraordinul Lamianae

Ord. Gentianales

Gentianalele sunt plante lemnoase și ierboase cu frunze întregi, dispuse opus sau verticilat. Cele mai multe prezintă în cilindrul central fascicule bicolaterale. La boboci, petalele se dispun răsucit, adică fiecare piesă a corolei este pe jumătate acoperită de precedenta, preflorația fiind contortă (Fig. 7.123), de unde numele de „*Contortae*" dat ordinului sub care erau reunite cele mai multe dintre familiile de gentianale.

Familia Loganiaceae. Cuprinde mai ales plante lemnoase tropicale cu floarea asemănătoare celei a gențianaceelor, unele cu alcaloizi toxici. *Strychnos nux-vomica*, liană braziliană, conține stricnină, iar *S. toxifera* are în compoziția sa renumita curara folosită de amerindieni la otrăvirea săgeților.

Fam. Gentianaceae. Gentianaceele de regulă sunt plante ierboase glabre, cu gust amar, datorat unor glicozide (gentiopicrina la *Gentiana*). Frunzele sunt în mod obișnuit opuse, întregi, nestipelate, adesea cu baza conată, iar florile mai frecvent tetra

pentamere și actinomorfe $*K_{(5-4)}[C_{(5-4)}A_{5-4}]G_{(2)}$. Cele două carpele sunt complet unite într-un ovar unilocular. Deschiderea capsulei mature se face în două valve.

Gentiana prezintă corolă campanulată, infundibuliformă sau tubuloasă, de culoare albastră sau galbenă. *G. asclepiadea* (lumânărica pământului – Fig. 7.123) este răspândită prin păduri și în pajiștile de lângă liziere, pe soluri cu umiditate schimbătoare. *G. punctata* se recunoaște după corola galbenă, cu puncte întunecat purpurii; vegetează mai ales în etajul alpin inferior, prin jnepenișuri și aninișuri de *Alnus viridis*. *G. lutea* (ghințură), de asemenea cu flori galbene, este la fel cu precedenta o valoroasă plantă medicinală. *Centaurium* este un gen caracterizat prin flori de culoare roșie.

Fam. Apocynaceae. Familie de plante ierboase și lemnoase răspândite mai ales în ținuturile tropicale, multe prevăzute cu laticifere nearticulate. Prezintă frunze opuse, simple, iar florile, tetra- pentamere, cu o organizare foarte asemănătoare cu a gentianaceelor, însă aici cele două carpele sunt mai adesea libere în partea inferioară, mai sus unite într-un singur stil terminat cu un stigmat globulos; la fructificare se îndepărtează una de alta, separându-se în două folicule fusiforme.

Vinca are flori solitare, dispuse în axila frunzelor, cu corola hipocrateriformă (în formă de potir lung). *V. minor* (saschiu) (Fig. 7.124) se caracterizează prin frunze sempervirente, pieloase și lucioase. *V. herbacea* se deosebește



Fig. 7.124 — Vinca minor; a - floare



Fig. 7.125 — Vincetoxicum hirundinaria; a - ramură cu flori; b - folicule c - sămânță

de specia precedentă în principal prin frunzele mai subțiri, caduce, nelucioase. În scopuri ornamentale se cultivă mult la noi arborașul mediteranean *Nerium oleander* (leandru).

Fam. Asclepiadaceae. Asclepiadaceele se aseamănă foarte mult sub raportul organelor vegetative și al organizării florii cu familiile precedente, cu care sunt îndeaproape înrudite. S-au evidențiat, de asemenea, între substanțele constitutive unii alcaloizi, glicozide și cauciuc. La florile lor pentamere $*K_{(5)}[C_{(5)}A_{(5)}]G_{(2)}$ se întâlnesc interesante și complicate adaptări legate de polenizare. Fructele sunt perechi de folicule, cu numeroase semințe prevăzute cu câte un smoc de peri în jurul micropilului.

Vincetoxicum hirundinaria (iarba fiarelor) (Fig. 7.125) prezintă apendici staminali mai mici decât corola și fructe alungit conice. Crește prin păduri termofile luminoase, prin tufărișurile și buruienișurile de la marginea acestora și prin locuri stâncoase.

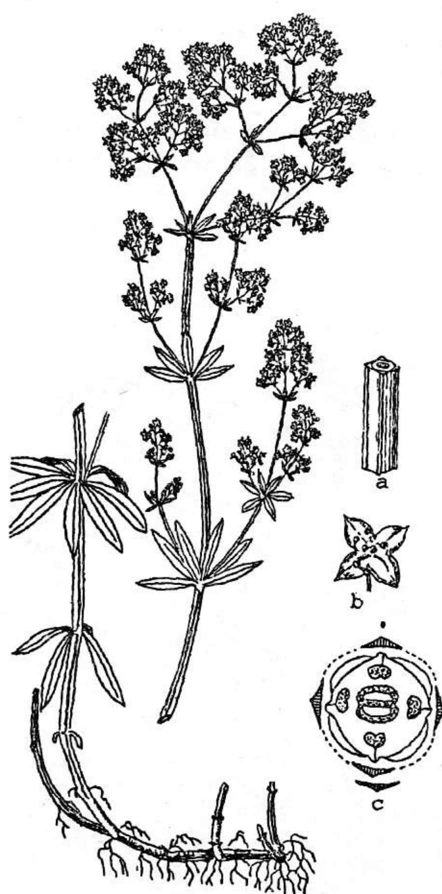


Fig. 7.126 — Galium schultesii; a - porțiune de tulpină; b - floare; c - diagramă florală

În Delta Dunării crește spontan liana *Periploca graeca,* specie balcanică (-mediteraneană), aflată aici în cel mai nordic punct al arealului. Ca plantă cultivată se mai întâlnește prin apartamente *Hoya carnosa* (floare de ceară).

Fam. Rubiaceae. În cadrul rubiaceelor predomină, asemănător familiei precedente, speciile tropicale; familia cuprinde însă și numeroși reprezentanți din zonele temperate, în special plante ierboase. Frunzele lor sunt aproape totdeauna opuse, simple, întregi, prevăzute cu stipele mai adesea libere, uneori foliiforme și atunci rezultă verticilele din 4–12 frunze aparente (Fig. 7.126). Prezintă flori grupate în inflorescențe racemoase ori cimoase, uneori laxe, paniculiforme, alteori foarte condensate, capituliforme; obișnuit, sunt tetra- pentamere, la rubiaceele noastre aproape exclusiv pe tipul patru $*K_{(4)}[C_{(4)}A_{4}]G_{(\overline{2})}$, prevăzute cu un disc nectarifer bilobat și corolă infundibuliformă ori rotată (întinsă, plană, laciniile fiind concrescute numai la bază). În fiecare din cei doi loculi ai ovarului se află de obicei câte un singur ovul, astfel că la desfacerea în părți a fructului matur rezultă două mericarpii monosperme. La reprezen-

tanții indigeni ai familiei fructele sunt uscate; multe dintre speciile tropicale și subtropicale au fructe cărnoase: drupe (la *Coffea)* ori bace (la *Rubia).*

Unele rubiacee prezintă laticifere articulate, celule taninifere ori pungi secretoare. Multe produc alcaloizi. *Galium odoratum* are între compuși glicozidul asperulozida, din care prin dedublare se formează cumarina, plăcut mirositoare, ceea ce determină utilizarea plantei în aromarea vinului și tutunului.

Galium are ramurile inflorescenței obișnuit lipsite de bractei, totdeauna fără bracteole, iar corola mai adesea rotată până la cupuliformă. *G. odoratum (Asperula odorata)* (vinariță) este comună în pădurile umbroase, pe soluri revene până la reavăn-jilave. *G. schultesii* (cucută de pădure – Fig. 7.126) prezintă tulpini mai înalte, lax ramificate, cu frunze pe dos albăstrui-verzi; crește în formațiuni forestiere diferite, cu precădere în șleauri.

Asperula, foarte asemănătoare cu genul precedent, însă cu ultimele ramificații ale inflorescenței prevăzute cu bractei și adesea cu bracteole. *A. taurina* (steluțe) are corola lungă de 11–15 mm; se întâlnește în regiunile de câmpie și dealuri din sudul și vestul țării, prin șleauri. *Cruciata laevipes (Galium cruciata)* (smântânică) este o plantă scundă cu frunze trinervate, dispuse câte 4 în verticil.

O r d. D i p s a c a l e s

Se leagă prin *Caprifoliaceae* de ordinul precedent, în special de *Rubiaceae;* spre exemplu *Diervilla* și unele specii de *Viburnum (Caprifoliaceae)* reamintesc prin caracterele lor rubiaceele. Între familiile de dipsacale există de asemenea unele genuri intermediare care evidențiază apropierea lor filogenetică și, prin urmare, autenticitatea grupării lor în cadrul ordinului ca unitate naturală.

Dipsacalele sunt plante lemnoase și ierboase din ținuturile holarctice, cu frunze mai adesea opuse și inflorescențe predominant cimoase la care evoluția a urmat calea condensării, devenind la unele genuri și familii capituliforme (capitule cimoase). Paralel, se constată reduceri progresive în floare (ale caliciului, gineceului, ale numărului de ovule etc.)

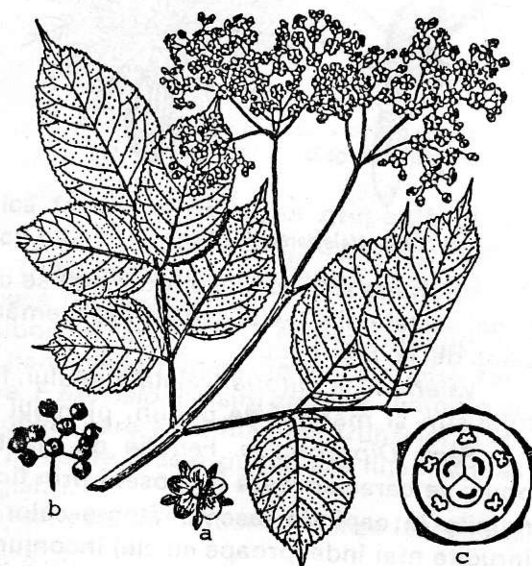


Fig. 7.127 — Sambucus nigra; a - floare; b - fruct; c - diagramă florală

Fam. Caprifoliaceae. Cuprinde mai ales plante lemnoase cu frunze opuse (Fig. 7.127) și, la fel cu familiile următoare, ne-

stipelate. Florile sunt de obicei pentamere, actinomorfe sau zigomorfe: $* \cdot | \cdot K_{(5)}[C_{(5)}A_5]G_{\overline{(5-2)}}$. Din ovarul bi- sau tri(-penta)locular rezultă două bace concrescute, cu semințe puține (la *Lonicera)* sau o drupă cu trei (–cinci) sâmburi monospermi (la *Sambucus).* ·

Sambucus (soc) se diferențiază de alte genuri indigene ale familiei prin frunzele penat compuse. *S. nigra* (soc – Fig. 7.127) are inflorescență corimbiformă (corimb cu cimă) din flori cu apreciate proprietăți medicinale; *S. racemosa* (soc roșu) se deosebește de precedenta prin inflorescența paniculiformă, măduva roșcată și fructele roșii. *S. ebulus* (boz) este plantă ierboasă nitrofilă.

Viburnum are frunze simple și flori radiare. *V. lantana* (dârmox) prezintă frunze mărunt dințate, pe dos tomentoase. *V. opulus* (călin) are frunze 3(–5) lobate și fructe roșii.

Lonicera (caprifoi) se caracterizează prin flori cu corola bilabiată. *L. xylosteum* (caprifoi) este răspândită mai ales în subzona (gorunului) fagului; *L. nigra,* la care pedunculul florifer depășește de 3–4 ori lungimea florilor, iar fructele sunt negre, crește cu preferință în subzona (fagului) molidului.

Ca arbuști ornamentali se mai cultivă specia americană *Symphoricarpus rivularis (S. racemosus)* (hurmuz), decorativă prin bacele albe, și specia *Diervilla florida,* originară din China.

Fam. Valerianaceae. Valerianaceele sunt plante ierboase anuale sau perene, caracterizate prin flori asimetrice (Fig. 7.128), cu corola adesea pintenată și androceul din număr redus de stamine $K_{(5)}[C_{(5-3)}A_{4-1}]G_{\overline{(3-1)}}$. În ovar (obișnuit trilocular) numai o lojă este fertilă, astfel că fructul lor uscat și indehiscent este o achenă monospermă, pe care caliciul persistent apare sub forma unor dințișori sau sub formă de papus cu rol în diseminare.

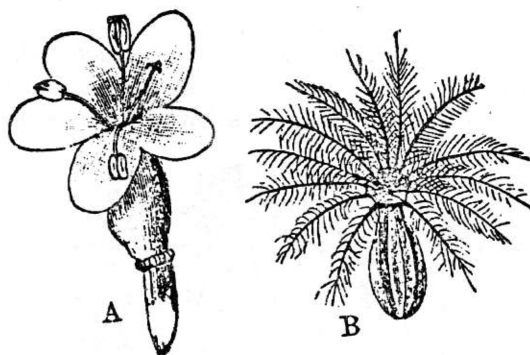


Fig. 7.128 — Valeriana: A - floare; B - fruct

Valeriana sambucifolia (odolean) se caracterizează prin frunze mijlocii penat sectate din 3–4(5) segmente, asemănătoare, așa cum îi arată numele, celor de la *Sambucus.*

Valerianella olitoria (salata mielului, fetică) crește pe ogoare, apoi prin tufărișuri și margini de păduri, plantații de salcâm etc.

Fam. Dipsacaceae. Familie de plante ierboase cu frunzele dispuse opus; se caracterizează îndeosebi prin florile zigomorfe $\cdot | \cdot K_{(5),0}[C_{(5-4)}A_4]G_{\overline{(2)}}$ reunite în capitule (asemănătoare celor de la compozite, însă fără a fi înrudite mai îndeaproape cu ele) înconjurate de foliole involucrale. Analog compozitelor, florile marginale ale inflorescenței sunt adesea mai mari, dând capitulului aspectul de floare (pseudanțiu). În afara caliciului propriu-zis (interior), au câte un caliciu extern provenit din bracteole, uneori dezvoltat,

pergamentos, cu rol în diseminarea anemochoră *(Scabiosa* – Fig. 7.129). Fructul este o achenă coronată de cele două calicii persistente. *Cephalaria pilosa (Dipsacus pilosus)* (scăiuș) vegetează prin parchete, rariști și zăvoaie. În pădurile și tufărișurile din sud-vestul țării cresc sporadic (local adesea frecvente) două dipsacacee subtermofile *Scabiosa banatica* (mușcatul dracului) și *Knautia drymeia*.

Ord. Oleales (Ligustrales)

Reprezintă o unitate sistematică omogenă, reamintind prin dispoziția frunzelor nestipelate, forma inflorescenței și prin floare (Fig. 7.130) unele familii de gentianale, cu care de altfel erau reunite în sistemele taxonomice mai vechi. Se individualizează prin dimeria aproape constantă a androceului și gineceului și prin endospermul de tip celular.

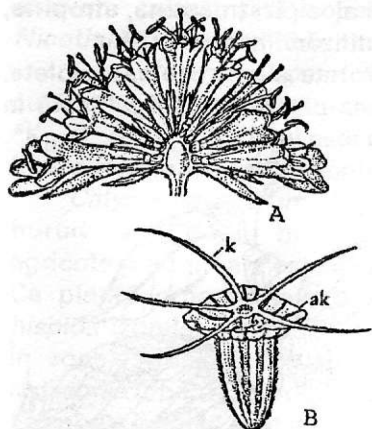


Fig. 7.129 — *Scabiosa:* A - inflorescență; B - fruct; ak - caliciu extern; k - caliciu intern

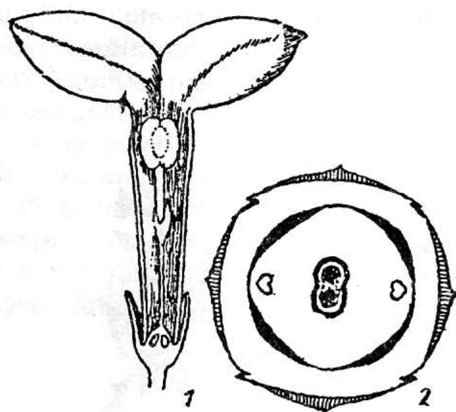


Fig. 7.130 — *Syringa vulgaris:* 1 - floare în secțiune; 2 - diagramă florală

Fam. Oleaceae. Această unică familie a ordinului grupează plante lemnoase cu frunze opuse și flori cu periant tetramer $*K_{(4)}[C_{(4)}A_2]G_{(2)}$. Produc fructe foarte diferite: drupă (la *Olea europaea* – măslin), capsulă (la *Syringa),* samară (la *Fraxinus),* bacă (la *Ligustrum).*

Fraxinus (frasin), gen de arbori și arbuști cu frunze imparipenat compuse. *F. ornus* (mojdrean) are panicule terminale din flori cu polenizare entomofilă, prevăzute cu petale albe. *F. excelsior* (frasin) prezintă, dimpotrivă, flori cu adaptări legate de anemofilie, care apar înaintea frunzelor, sunt lipsite de periant și poligame. *F. pallissae* (frasin pufos) are lujerii anuali evident pubescenți, iar mugurii glabri.

Ligustrum vulgare (lemn câinesc) este un arbust cu frunze lanceolate și fructe bace negre.

Syringa vulgaris (liliac) crește prin tufărișurile de coastă, modelate în formațiuni calcaroase, și cultivată. *S. josikaea* (lemnul vântului), cu frunze eliptice, crește numai în Munții Carpați, prin văi montane, în subzona fagului.

Pentru ornament, prin zone verzi și grădini se plantează specii de *Forsythia*, originare din China și Japonia.

Ord. Solanales

Sunt în principal plante ierboase cu frunze alterne și flori actinomorfe gamopetale, penta-tetramere, izostemone. Ordinul se leagă de *Gentianales* prin familia *Polemoniaceae* (unele cu preflorație contortă și embriogeneză asemănătoare). La primele două familii se găsesc fascicule bicolaterale.

Fam. Solanaceae. Familie de plante ierboase și arbustive cu frunze nestipelate, simple, întregi ori mai mult sau mai puțin incizate, dispuse altern. La florile pentamere $*K_{(5)}[C_{(5)}A_5]G_{(5-2)}$, caliciul este persistent, iar gineceul mai adesea bicarpelar și oblic față de axul median al florii (Fig. 7.131). Fruct bacă sau capsulă.

La diferite solanancee s-au pus în evidență alcaloizi (nicotina, atropina, solanina, hiosciamina etc.), unii cu diferite utilizări în medicină.

Solanum prezintă inflorescențe din flori rotate albe, roze sau violete. *S. dulcamara* (lăsnicior – Fig. 7.131) are tulpina cățărătoare, lignificată la



Fig. 7.131 — Solanum dulcamara: a - diagramă florală



Fig. 7.132 — Atropa bella-donna

bază; crește prin zăvoaie, șleauri de luncă și trestiișuri. *S. tuberosum* (cartof), originar din America de Sud și *S. melongena* (pătlăgele vinete), adus în cultură în India, sunt valoroase plante alimentare.

Atropa bella-donna (mătrăgună) (Fig. 7.132), cu corola campanulată și fructele bace negre toxice, este o valoroasă plantă medicinală, răspândită în luminișuri de pădure și parchete montane.

Alte solanacee de interes farmaceutic sunt: *Scopolia carniolica* (mutulică), plantă de păduri montane, răspândită în locuri umede și umbroase, bogate în humus, *Datura stramonium* (ciumăfaia), renumită pentru conservarea aproape totală a cromozomilor interfazici sub formă de cromoneme mai mult sau mai puțin despiralizate și *Hyosciamus niger* (măselariță), buruiană ruderală ca și precedenta.

Dintre speciile de solanacee cultivate, originare de pe continentul american, mai amintim două cunoscute plante alimentare, *Capsicum annuum* (ardei) și *Lycopersicum esculentum* (pătlăgele roșii), apoi pe *Nicotiana tabacum* (tutun).

Fam. Convolvulaceae. Grupează plante ierboase și lemnoase volubile, cu frunze alterne, nestipelate și flori entomofile, mai adesea pentamere $*K_{(5)}[C_{(5)}A_5]G_{\underline{(5-2)}}$. Fructul este o capsulă. Asemănător gențianalelor, fasciculele libero-lemnoase sunt bicolaterale, iar unele specii prezintă laticifere.

Calystegia sepium (Fig. 7.133) (volbură mare) crește prin zăvoaie și buruienișuri de la marginea apelor. O buruiană comună prin culturi agricole și pepiniere este *Convolvulus arvensis* (volbură, rochița rândunicii). Ca plantă ornamentală volubilă este foarte răspândită la noi *Pharbitis hispida* (zorele) a cărei înflorire prin mișcări fotonastice are loc în zorii zilei. În zonele tropicale se cultivă pentru rădăcinile tuberizate, bogate în amidon, *Ipomoea batatas* (batat, cartof dulce).

Fam. Cuscutaceae. Este reprezentată printr-un singur gen, *Cuscuta* (torțel), cu cca 100 specii răspândite pe tot globul, adaptate la parazitism. Legat de modul de nutriție, se prezină lipsite de rădăcini (rădăcinița plantei degenerează curând după germinație), fără clorofilă, cu frunzele rudimentare. Din tulpina filiformă, răsucită în jurul plantei gazdă, emit niște formațiuni radicelare numite haustori, cu care perforează țesuturile plantei gazdă și absorb seva elaborată. Florile sunt mai adesea pentamere, iar fructele capsule cu 4–2 semințe. *Cuscuta monogyna* parazitează diferite specii lemnoase componente ale pădurilor din sudul țării. *C. europaea* este una

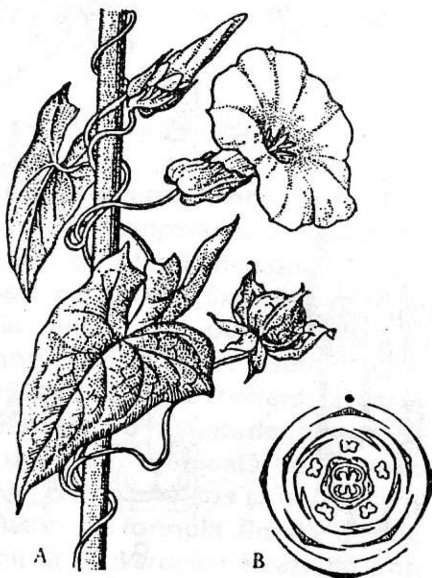


Fig. 7.133 — Calystegia sepium:
A - ramură cu flori și fructe;
B - diagramă florală

dintre cuscutele cele mai răspândite la noi, adesea abundentă în buruienișurile de la marginea apelor, uneori pe plante de cultură.

Fam. Polemoniaceae. Are un singur reprezentant spontan în țara noastră *(Polemonium caeruleum)* și mai multe specii cultivate ca plante ornamentale.

O r d. B o r a g i n a l e s

Se caracterizează în principal, diferențiindu-se de ordinul precedent, prin ovule anatrope cu micropilul îndreptat în sus.

Fam. Boraginaceae. Boraginaceele se individualizează prin caractere ce le fac lesne de recunoscut: sunt (cele spontane la noi) fără excepție plante ierboase; frunzele lor, obișnuit aspru păroase, sunt simple, nestipelate, dispuse altern; florile pentamere și mai adesea actinomorfe $*K_{(5)}[C_{(5)}A_5]G_{(2)}$ se dispun în cime unipare (monocazii) caracteristice; la intrarea în tubul corolei, multe dintre genurile familiei prezintă 5 excrescențe, uneori păroase, numite *fornice*, cu rol în polenizarea entomofilă; stilul unic este ginobazic (Fig. 7.134) (se prinde la baza ovarului) și pornește dintre cele patru „cămăruțe” uniovulate, rezultate prin fragmentarea timpurie la nivelul ovarului a celor două carpele biovulate, astfel că se formează, ca fruct, o tetraachenă din patru elemente monosperme.

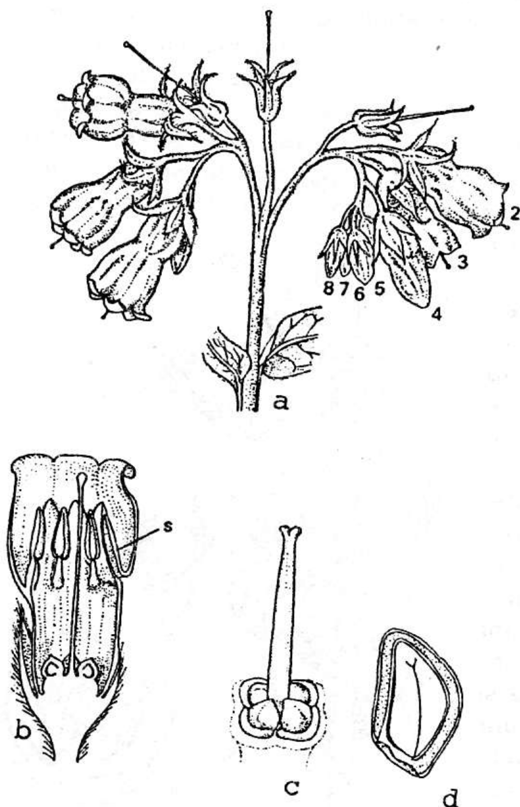


Fig. 7.134 — Boraginaceae: a - inflorescență; b - secțiune prin floare; c - gineceu; d - fruct

Alături de specii de pajiști și unele buruieni, familia cuprinde mai mulți reprezentanți comuni în stratul ierbos al pădurilor noastre. *Lithospermum purpureo-coeruleum* (mărgelușe) crește în regiunea de câmpie și în cea de dealuri, mai ales prin pădurile termofile de cvercinee. *Myosotis sylvatica* (nu-mă-uita) este răspândită mai ales în subzona fagului, prin fânețe, poieni, luminișuri de pădure, pe soluri fertile, bogate în baze, reavăn-jilave sau revene.

Pulmonaria (plumânărică, mierea ursului) are corola fără fornice. *P. officinalis* (Fig. 7.135) se recunoaște după florile cu corolă la început roșie apoi albastră-violacee și după frunzele rozetelor (frunzele de vară) cu

limbul ovat. *P. rubra* are, dimpotrivă, flori constant roșii și frunzele rozetelor eliptice. *P. mollis* prezintă, la fel cu *P. officinalis*, florile mature albastre sau albastru-violacee, însă frunzele rozetelor le are eliptice sau lanceolate, moale păroase.

Symphytum (tătănească) se caracterizează prin corolă tubulos campanulată, galbenă la speciile noastre de pădure, prevăzută cu fornice subulate. *S. tuberosum*, cu frunzele inferioare îngustate în pețiol, este frecvent în arboretele din subzona stejarului și fagului. *S. cordatum* (brustur negru), ale cărui frunze bazale sunt cordate, crește numai în regiunea montană. *S. officinale*, cu corola roșie violacee, este una dintre cele mai răspândite specii în fânețe și zăvoaie.

Alte boraginacee: *Borago officinalis* (limba mielului) se cultivă ca plantă ornamentală, *Echium vulgare* (iarba șarpelui) prezintă la flori o destul de clară zigomorfie și este foarte răspândită ca buruiană, adesea și pionieră pe prundișuri.

Din familia *Hydrophyllaceae* face parte *Phacelia tanacetifolia*, cea mai importantă plantă meliferă dintre cele care se cultivă la noi.



Fig. 7.135 — Pulmonaria officinalis; a - secțiune prin floare; b - diagramă florală

Ord. Scrophulariales (Personatae)

Constituie o unitate ale cărei origini se situează în cadrul solanalelor mai puțin evoluate.

Este un ordin de plante ierboase și (foarte puține) lemnoase, cu flori zigomorfe, androceu din 5-4-2 stamine și gineceu bicarpelar dispus superior.

Fam. Scrophulariaceae. Se caracterizează prin fascicule conducătoare colaterale și dispunerea celor două carpele pe direcția axului median al unor flori, aici totdeauna (însă la unele genuri mai puțin pronunțat) zigomorfe. În privința gradului de zigomorfie există, deci, diferite trepte (Fig. 7.136), de la flori cu corola radiară sau aproape radiară, a căror monosimetrie este datorată mai ales androceului din stamine inegale *(la Verbascum)*, la flori cu corola bilabiată sau chiar pintenată (la *Linaria)*. Androceul poate fi din 5 (la *Verbascum)*, 4 (la *Scrophularia* și la *Digitalis)* sau chiar două stamine (la *Veronica)*, astfel că formula florală devine $\cdot|\cdot K_{(5)}[C_{(5)}A_{5-4-2}]G_{(2)}$. Corola cu numai 4 lacinii de la *Veronica* a rezultat prin concreșterea celor două petale superioare într-un singur lob comparativ mai lat. Fructele sunt aproape totdeauna capsule.

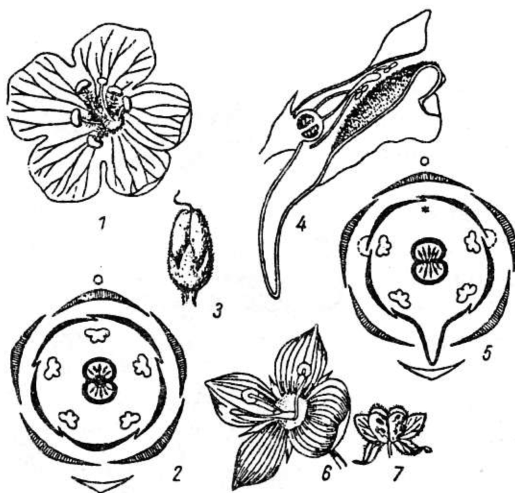


Fig. 7.136 — *Scrophulariaceae: Verbascum* (1 - floare; 2 - diagramă florală 3 - fruct); *Linaria* (4 - floare în secțiune; 5 - diagramă florală); *Veronica* (6 - floare; 7 - fruct)

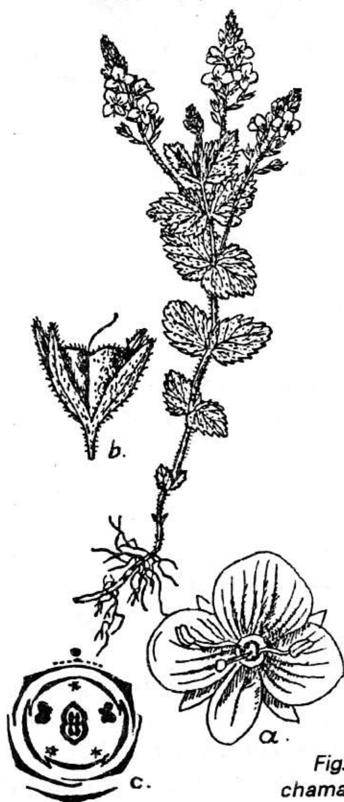


Fig. 7.137 — *Veronica chamaedrys*; a - floare; b - fruct; c - diagramă florală

Verbascum (lumânărică) este singurul dintre scrofulariaceele indigene cu androceul din 5 stamine. *V. nigrum* (lumânărica peștilor), cu filamentele staminelor purpuriu-violacee, vegetează mai ales în parchete și rariști de pădure. *Scrophularia nodosa* (iarbă neagră, buberic) prezintă în florile sale cu corolă urceolată, brună-verzuie, 4 stamine; crește mai ales în subzona fagului.

Veronica (șopârliță) are corola cu limb rotat, 4-lacintiat și androceu din două stamine. *V. officinalis* (ventrilică), a cărei tulpină este de jur-împrejur păroasă, iar frunzele eliptice, crește cu preferință în păduri acidifile. *V. urticifolia (V. latifolia)* (iarba șarpelui), cu frunze lat ovate și flori palid roze, este o specie montană de umbră. *V.chamaedrys* (șopârliță) (Fig. 7.137) prezintă tulpina cu două șiruri opuse de peri; este o specie de pajiști. *Digitalis grandiflora* (degetar) se recunoaște după corola galbenă, campanulată, cu gura oblică; este răspândită mai ales în parchetele și rariștile de pe povârnișurile însorite.

Melampyrum este un gen din specii semiparazite, cu frunze opuse și corolă bilabiată. *M. bihariense* (sor-cu-frate), cu bracteele superioare azurii, crește mai ales în șleauri de deal, făgete și gorunete. *M. sylvaticum* abundă pe alocuri în pădurile din subzonele fagului și molidului, pe soluri acide. *Lathraea squamaria* (muma pădurii) parazitează rădăcinile de arbori (anin, fag etc.) și arbuști din stațiuni umede și umbroase.

Alte scrofulariacee: *Paulownia tomentosa,* arbore ornamental originar din Japonia; *Euphrasia* (silur) și *Rhinanthus* (clocotici) cuprind mai multe specii semiparazite de pajiști.

Fam. Orobanchaceae. În cadrul ordinului i s-a stabilit un loc aparte mai mult prin modul de nutriție (grupează numai holoparazite) și unele caractere florale. Este însă atât de apropiată de *Scrophulariaceae,* că încă nu s-au găsit criterii satisfăcătoare de delimitare a acestor două familii. Orobancaceele sunt plante ierboase fără clorofilă, parazite pe rădăcinile fanerogamelor, în special pe dicotiledonate ierboase. Culoarea lor este galbenă sau brunie, iar frunzele reduse, solziforme. În flora țării noastre familia este reprezentată printr-un singur gen, *Orobanche.*

Fam. Plantaginaceae. Se caracterizează prin frunze bazale dispuse mai adesea în rozete, tulpini terminate cu inflorescențe spiciforme din flori tetramere $*K_{(4)}[C_{(4)}A_4]G_{\underline{(2)}}$ și fructe capsule. Sunt plante de pajiști *(Plantago lanceolata, Pl. major),* locuri nisipoase *(Pl. indica)* ori sărăturoase *(Pl. maritima, Pl. tenuiflora).*

Alte familii de scrofulariale: *Lentibulariaceae* cu genurile insectivore *Pinguicula* și *Utricularia,* apoi *Bignoniaceae* din care fac parte mai ales liane, la noi cu două specii lemnoase ornamentale provenite din America de Nord (liana *Tecoma radicans* – trâmbița piticilor – și *Catalpa bignonioides* – arborele de țigări).

Ord. Lamiales

Dintre cele trei familii alcătuitoare, două *(Verbenaceae* și *Lamiaceae)* manifestă caractere clare de înrudire, pe când familia *Callitrichaceae,* care grupează mai mult hidrofite, este întrucâtva mai îndepărtată filogenetic, astfel că unii autori o raportează la alte ordine.

Fam. Verbenaceae. Cuprinde mai ales specii tropicale ierboase și lemnoase, asemănătoare prin frunzele opuse și organizarea florii $\cdot|\cdot\ K_{(5)}[C_{(5)}A_4]G_{\underline{(2),\ (4-5)}}$ cu lamiaceele. În țara noastră crește spontan, prin pajiștile călcate de animale, buruiana nitrofilă *Verbena officinalis* (sporiș); ca plante decorative se cultivă *Verbena hybrida* (verbenă) și arbustul *Vitex agnus-castus* (mierlărea).

Fam. Lamiaceae (Labiatae). Lamiaceele sunt plante ierboase și semiarbustive, ale căror caractere generale, deosebit de evidente, fac lesne de stabilit apartenența la familie: tulpinile le au tetramuchiate (în lungul muchiilor cu cordoane de colenchim), iar frunzele opuse și decusate, ambele organe fiind odorante, datorită glandelor secretoare de uleiuri eterice; florile sunt dispuse adesea în pseudoverticile (în realitate cime condensate); corola este alungit tubuloasă și pronunțat bilabiată (labiul superior provine din două, iar cel inferior din trei petale), iar androceul este constituit mai adesea din 4 stamine (stamina mediană lipsește) $\cdot|\cdot\ K_{(5)}[C_{(5)}A_{4;2}]G_{(2)}$. La unele genuri *(Ajuga, Teucrium)* labiul superior este absent sau foarte redus, iar la altele *(Salvia, Rosmarinus),* așa cum s-a evidențiat și în formula florală, sunt prezente numai două stamine, respectiv

numai două sunt fertile. La gineceul bicarpelar, ovarul este încă de la înflorire profund împărțit în patru, cu formarea a 4 „cămăruțe" între care se inseră stilul cu stigmatul bilobat. Din „cămăruțele" ovarului rezultă cele 4 elemente monosperme ale fructului tetraachenă.

Galeobdolon luteum (Lamiastrum galeobdolon) (urzica moartă galbenă, sugel galben – Fig. 7.138) este una dintre cele mai comune plante din pădurile subzonei fagului și respectiv molidului.

Salvia glutinosa (jale cleioasă) are frunzele cordat hastate, tulpina, mai ales în partea ei superioară, lipicioasă, („*glutinosus*" = cleios) și flori galbene, bistaminale; vegetează prin păduri umbroase.

Glechoma hederacea (rotunjoară, silnic) prezintă frunze cu marginea crenată și corola albastru-violetă; se întâlnește în aproape toate formațiunile forestiere.

Melittis melissophyllum (dumbravnic), plantă odorantă cu flori mari, decorative, crește prin păduri luminoase.

Lamium (urzică moartă) se caracterizează prin lobii laterali ai labiului inferior ascuțiți și flori roșii sau albe. *L. maculatum*, cu corola purpurie, caracterizează stațiunile cu soluri afânate, bogate în azot accesibil. *Stachys sylvatica* (bălbisă) (Fig. 7.139) are frunzele cordat ovate și corola roșie; vegetează pe soluri bogate în azot. Prin parchete abundă *Galeopsis speciosa* (cânepiță), ușor de recunoscut după tulpina umflată sub noduri și corola galbenă, și *G. pubescens* (zabră) cu corola purpurie.

Lamiacee cultivate ca plante medicinale și aromatice sunt *Lavandula vera* (levănțică), *Mentha piperita* (mentă), *Melissa officinalis* (roiniță), *Ocimum basilicum* (busuioc) ș.a.



Fig. 7.138 — Galeobdolon luteum;
a - diagramă florală



Fig. 7.139 — Stachys sylvatica;
a - caliciu, b - corolă

Supraordinul Asteranae

O r d. C a m p a n u l a l e s

Campanulalele sunt plante ierboase și lemnoase (unii reprezentanți tropicali), cu inflorescențe laxe ori condensate (asemănător compositelor). Florile lor pentamere au corola în formă de clopot, iar gineceul tricarpelar (la *Campanulaceae)* sau bicarpelar (la *Lobeliaceae)* cu ovarul inferior.

Pe baza anterelor unite (permanent sau numai în tinerețe) ori cel puțin apropiate unele de altele au fost grupate de unii autori, împreună cu compozitele, în ordinul *Synandrae.*

Fam. Campanulaceae. Familie de plante ierboase și (foarte rar) arbuști de dimensiuni mici, obișnuit cu conținut de latex și inulină, având frunzele alterne, nestipelate. Florile lor pentamere și mai adesea actinomorfe $*K_{(5)}C_{(5)}A_5G_{(\bar{3})}$ prezintă interesante caractere adaptative legate de polenizarea încrucișată prin insecte: staminele, care sunt foarte lax concrescute, se desfac la maturitate și evacuează polenul (înainte de deschiderea stigmatului) pe niște „perișori colectori" situați pe stil, sub stigmat. La *Phyteuma* (cărbune), florile au laciniile cu vârfurile concrescute și sunt numeroase, reunite în inflorescențe compacte, înconjurate de involucru, amintind de capitulele compozitelor. Fructul este o capsulă, dehiscentă la genul *Campanula* prin trei orificii (capsulă poricidă).

Campanula prezintă corolă cu 5 lobi triunghiulari. *C. abietina* (clopoței - Fig. 7.140) este o plantă de pădure, răspândită mai ales în molidișuri și amestecuri de fag cu rășinoase; se distinge de *Campanula patula,* comună mai ales în fânețe, prin tulpinile mai viguroase, florile mai mari, de culoare albastru-închis. *C. persicifolia* are flori aspectuoase, mari, cu corola larg campanulată, iar frunzele sunt asemănătoare celor de piersic. *Phyteuma tetramerum* (pușca dracului) este un endemit răspândit prin păduri colinare și montane.

Fam. Lobeliaceae. Cuprinde specii lemnoase și ierboase din zona tropicală a emisferei sudice. Spre deosebire de campanulacee, floarea lor este zigomorfă, cu corolă bilabiată și gineceu bicarpelar. La noi se cultivă pentru ornament unele specii ale genului *Lobelia.*



Fig. 7.140 — **Campanula abietina; a - diagramă florală**

Ord. Asterales

Ordin cu o singură familie, apropiat filogenetic de *Campanulales*, aşa cum rezultă din alcătuirea florilor cu antere unite, reacţiile serologice pozitive, prezenţa laticiferelor articulate şi a inulinei ca substanţă de rezervă.

Fam. Asteraceae (Compositae). Una din familiile de spermatofite bogate în specii (peste 20.000), grupează mai ales plante ierboase cu florile reunite în inflorescenţe caracteristice (Fig. 7.141): la margini se află un involucru în formă de caliciu ce înconjoară florile dispuse mai adesea în axila unor bractei solziforme („paiete"), pe un ax comun, aici aplatizat, disciform la inflorescenţele de tip calatidiu şi proeminent, sferic la cele de tip capitul; foarte frecvent florile marginale au aspect de petale, urmare a concreşterii elementelor corolei într-o *ligulă* lungă, diferit colorată (exemplu la *Chrysanthemum)* faţă de galbenul (culoarea anterelor) florilor centrale. Prin faptul că simulează florile, inflorescenţele compositelor sunt numite cu un termen mai general şi *antodii* (de la gr. *anthos* = floare şi *eidos* = asemănare). Ligula porneşte de pe un tub scurt şi se termină cu 5 lobuşori (Fig. 7.141) corespunzători celor 5 petale concrescute; florile cu ligula trilobulată provin din *flori bilabiate* (proprii unor genuri exotice ca *Gerbera)* prin reducerea labiului superior.

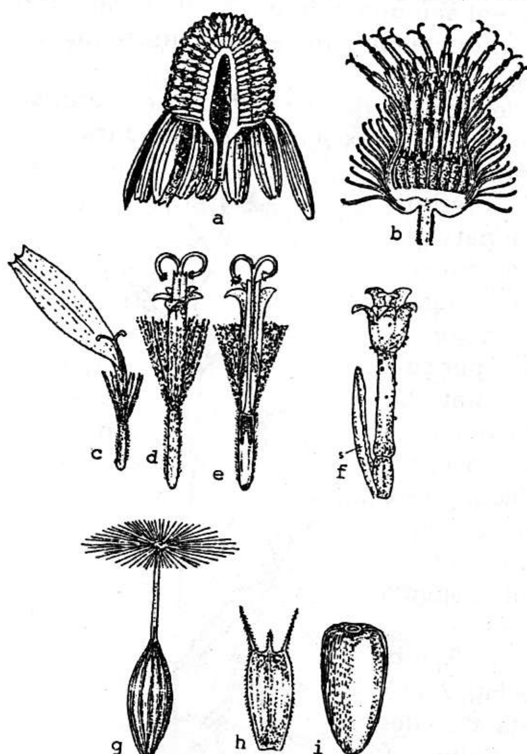


Fig. 7.141 — Asteraceae: a - capitul la *Asteroideae;* b - calatidiu la *Arctium;* c - floare ligulată; d şi e - flori tubuloase; f - floare cu bractee (paietă); g - fruct cu papus; h - fruct cu formaţiuni ghimpoase; i - fruct nud

Nu toate genurile familiei au antodii cu flori ligulate; unele prezintă inflorescenţe exclusiv din flori actinomorfe (cu corola dintr-un tub mic pentalaciniat) numite *flori tubuloase* (Fig. 7.141). Numeroase compozite au florile marginale ale antodiilor ligulate, iar florile centrale tubuloase.

Caliciul este în unele situaţii complet redus, în altele constă dintr-o coroană de perişori numeroşi şi negrupaţi, astfel că nu se reliefează cele 5 sepale pe care le reprezintă. Ei alcătuiesc *papusul* (Fig. 7.141 g) dispus pe fruct ca o egretă sau desfăcut ca o paraşută, cu rol în diseminarea anemochoră. Caliciul mai poate fi format din 5 proeminenţe mici, alcătuind o coronulă, ori din formaţiuni ghimpoase, agăţătoare (la *Bidens),*

reprezentând adaptări la diseminarea zoochoră. Cele 5 stamine au filamentele libere, prinse de tubul corolei, însă anterele sunt concrescute prin cuticula lor într-un tub în care va fi evacuat polenul. Partea de sus a tubului este obturată („astupată") de cei doi lobi (încă alipiți unul de altul) ai stigmatului, purtători pe partea lor externă ori spre vârf a unor „perișori măturători", ce preiau și adăpostesc polenul, după ce acesta, prin alungirea stilului ori scurtarea filamentelor, a fost împins afară din tub. Abia după aceea cei doi lobi ai stigmatului se desfac unul de altul, lăsând liberă partea lor internă, fertilă. Florile sunt, astfel, adaptate la polenizarea încrucișată prin dichogamie.

Pistilul este inferior, cu ovarul bicarpelar, însă unilocular și purtător al unui singur ovul anatrop. Asteraceele au ca tip de fruct achena, a cărei sămânță, cu conținut de aleuronă și ulei, este lipsită de endosperm (sămânță exalbuminată). Formula florală: $\ast \cdot | \cdot K_{5,0}[C_{(5)}A_{(5)}]G_{(\bar{2})}$.

Fasciculele conducătoare ale asteraceelor sunt de tip bicolateral. Mulți reprezentanți au laticifere articulate.

Compozitele reprezintă o grupă care s-a diferențiat târziu, constituind deci un stadiu filogenetic tânăr.

Subfam. Asteroideae (Tubuliflorae). Se caracterizează prin antodii numai din flori tubuloase sau din flori tubuloase și la margine flori ligulate.

Dintre asteroideele cu flori exclusiv tubuloase menționăm: *Arctium* (brusture), *Cirsium* ale cărui specii cresc prin fânețe, culturi agricole *(C. arvense* – pălămida) sau parchete *(C. vulgare* – crăpușnic), *Carduus* cunoscut îndeosebi prin *C. personata* – buruiană din lungul pâraielor montane, *Centaurea* (albăstriță) foarte bogată în specii.

Dintre asteroideele cu flori tubuloase și ligulate numeroase genuri și specii sunt răspândite prin păduri.

Senecio fuchsii (cruciuliță – Fig. 7.142) este frecventă prin pădurile din etajul montan; ca plantă de semiumbră, indicatoare de nitrificare activă, devine abundentă (împreună cu socul roșu) în unele parchete.

Petasites hybridus (captalan) abundă la marginea pâraielor montane unde formează buruienișuri caracteristice, de regulă însoțit de o altă compozită cu frunze mari, *Telekia speciosa* (brustan).

Eupatorium cannabinum (cânepa codrilor) se recunoaște după frunzele palmat compuse, asemănătoare celor de cânepă, și antodiile roze, adunate în corimbe; crește prin zăvoaie și tăieturi de pădure.

Achillea (coada șoricelului) este un gen bogat în specii, între care mai răspândite sunt *A. millefolium*, plantă colinară de fânețe, rariști și tăieturi de pădure, și *A. nobilis* care crește mai ales în stejeretele termofile de câmpie.

Chrysanthemum se remarcă prin capitule adesea mari și decorative. *C. rotundifolium* (ochiul boului), cu frunzele bazale aproape rotunde, vegetează în molidișuri și amestecuri de fag cu rășinoase.

Homogyne alpina (rotunjioare) (Fig. 7.143). Se caracterizează prin frunze bazale ondulat crenate, pieloase, și tulpini terminate cu un singur antodiu din flori deschis violete; este comună prin molidișuri și tufărișuri alpine.

Alte compozite tubuliflore: *Artemisia absinthium* (pelin) utilizată la aromarea băuturilor, *Leontopodium alpinum* (albumiță, floare de colț) ocrotită ca monument al naturii, *Matricaria chamomilla* (mușețel) din care se prepară o infuzie cu efect antiinflamator, *Bellis perennis* (bănuței) specie ce înflorește întreg sezonul de vegetație etc.



Fig. 7.142 — Senecio fuchsii;
a - inflorescență; b - floare; c - diagramă florală

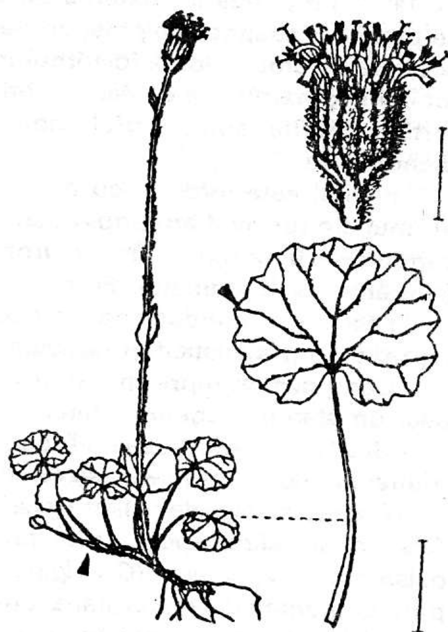


Fig. 7.143 — Homogyne alpina

Subfam. Cichorioideae (Liguliflorae). Se individualizează prin antodii numai cu flori ligulate. Cuprinde și plante de pădure, unele indicatoare.

Mycelis muralis (susai de pădure) prezintă frunze lirat-sectate (asemănătoare celor de la susaiul moale - *Sonchus olearaceus)* și antodii îngust cilindrice; se întâlnește în aproape toate formațiunile forestiere (lipsește din pădurile xeroterme).

Hieracium rotundatum (H. transsilvanicum) (vulturică) se deosebește de *H. murorum* (o altă specie comună prin pădurile noastre montane) după frunzele la vârf obtuze sau rotunjite, fără dinți la baza laminei, abundent acoperite cu peri galben-roșcați.

Lapsana communis (zgrăbunțică) are antodii numeroase, lung pedunculate. Așa cum arată epitetul specific (*„communis"* (lat.) = comun), este o specie cu ecologie largă, răspândită în păduri și parchete.

Alte liguliflore mai cunoscute sunt: *Aposeris foetida* (crestată) plantă de păduri umbroase, mai ales făgete, asemănătoare întrucâtva cu *Taraxacum officinale* (păpădie) (care aparține de asemenea la această subfamilie), *Cichorium intybus* (cicoare) ale cărei rădăcini prăjite se folosesc ca surogat de cafea, *Lactuca quercina* răspândită mai ales prin păduri de stejari și *L. sativa* (salată) utilizată ca plantă alimentară.

7.13.2. CLASA LILIATAE (MONOCOTYLEDONATAE)

Reprezintă o unitate sistematică mai tânără, cu numeroase grupări aflate în plină evoluție, așa cum rezultă din polimorfismul accentuat, metabolismul nespecific și nivelul energetic ridicat. Cele mai primitive monocotiledonate, caracterizate prin flori cu androceu și gineceu din elemente numeroase, dispuse în spirală la unii dintre reprezentanți, sunt plante hidrofile extrem de asemănătoare cu unele magnoliidae acvatice (cum sunt unele din *fam. Cambombaceae – Ord. Nymphaeales)*, puse în mod firesc la originea ramurii evolutive a liliatelor. Pornind de la o serie hidrofilă, monocotiledonatele au cucerit treptat uscatul, diversificându-se foarte mult și atingând specializări însemnate în structura florii, privitoare la polenizarea prin vânt sau insecte.

Alături de cotiledonul unic, la liliate se deosebesc și alte caractere comune, imprimate desigur de trăsăturile prototipului primitiv de la baza ramurii:

- radicula embrionului generează o rădăcină principală care dispare curând, rolul ei fiind preluat de rădăcini adventive fasciculate;
- partea aeriană a tulpinii este de obicei neramificată, iar cea subterană frecvent metamorfozată în rizom, tubercul sau bulb; cilindrul central este de tip atactostel, astfel că la monocotiledonatele care și-au câștigat în decursul evoluției capacitatea de a forma îngroșări secundare, creșterea în grosime urmează o altă cale decât la dicotiledonate;
- frunzele au mai adesea marginea întreagă, sunt nestipelate, cu dispoziție alternă și nervațiune paralelă sau arcuată;
- obișnuit floarea este pe tipul 3 (rareori 2 sau 4), cu învelișul floral de tip perigon; la formarea grăunciorilor de polen, prima diviziune (heterotipică) este urmată de formarea unui perete despărțitor la mijlocul celulei mame.

Pornind de la grupul ancestral, în evoluția monocotiledonatelor s-au conturat trei linii paralele, corespunzătoare celor trei subclase: *Alismatidae, Liliidae* și *Arecidae.*

SUBCLASA ALISMATIDAE

Sunt exclusiv plante acvatice și palustre, mai puțin importante economic, însă remarcabile prin unele caractere ce amintesc magnoliidele: carpelele sunt la unii dintre reprezentanți în număr nedeterminat, cu dispunere spiralată, totdeauna apocarpe sau pseudosincarpe; la flori se întâlnesc situații de tranziție indicând originea staminală a periantului; fructele sunt folicule polisperme sau achene monosperme.

Ord. Alismatales

Ordin de plante ierboase ale căror frunze se dispun bazal și sunt frecvent heteromorfe, iar florile au periantul trimer, pe când elementele reproducătoare sunt adesea polimere, carpelele unor specii fiind așezate în spirală. Prin habitus (în special inflorescența umbeliformă) și tipul de polen se aseamănă cu liliaceele.



Fig. 7.144 — *Alisma plantago-aquatica*; 1 - floare; 2 - fruct; 3 - diagramă florală

Fam. Alismataceae. Se caracterizează prin frunze foarte diverse: alături de frunze aeriene, spre exemplu de formă ovată (la *Alisma plantago - aquatica* - limbariță - Fig. 7.144) ori sagitată (la *Sagittaria sagittifolia* - săgeata apei), și de frunze plutitoare, prezintă frunze submerse în formă de panglică, asemănătoare celor din stadiile tinere ale acestor plante. Florile lor grupate în verticile paniculate sunt alcătuite după formula $*K_3C_3A_{\infty-6}G_{\underline{\infty-6}}$, iar fructele sunt de regulă achene monosperme.

Fam. Butomaceae. Se diferențiază de precedenta mai ales prin fructele folicule multisperme. La noi este reprezentată prin *Butomus umbellatus* (roșățea), plantă de ape stagnante și lin curgătoare, cu rizomii comestibili.

O r d. H y d r o c h a r i t a l e s

Singura familie a ordinului, *Hydrocharitaceae,* grupează hidrofite dioice, cu frunze submerse ori natante și flori dispuse în cime înconjurate de câte o spată. Cele 15–2 carpele sunt fals concrescute, iar ovarul inferior evoluează într-un fruct baciform. Aici aparțin *Elodea canadensis* (ciuma apelor), plantă submersă cu frunze verticilate, utilă (atunci când nu se dezvoltă prea abundent), deoarece oxigenează apa lacurilor, oferind refugiu și loc de reproducere pentru pești, și *Hydrocharis morsus-ranae* (iarba broaștei) caracterizată prin frunze reniforme, plutitoare.

O r d. Z o s t e r a l e s (N a j a d a l e s)

S-a desprins din *Alismatales* evoluția urmând direcția simplificării învelișurilor florale; aici periantul este simplu sau redus până la dispariție.

Fam. Potamogetonaceae. Este reprezentată printr-un singur gen, *Potamogeton,* cu foarte numeroase specii ce abundă adesea în ape stagnante și lin curgătoare, formând desișuri populate de o bogată microfaună ce constituie hrană pentru pești. Se caracterizează prin flori nude, bisexuate $*P_0A_4G_4$ grupate în spice terminale. Mai cunoscute sunt *Potamogeton natans, P. nodosus* (limba apei) și *P. lucens* (broasca apei).

Alți reprezentanți mai importanți ai ordinului *Najadales* sunt: *Zostera marina* (iarba de mare, zegras) - fam. *Zosteraceae, Najas marina* (inariță mare) - fam. *Najadaceae,* care vegetează în ape sărate și dulci.

SUBCLASA LILIIDAE

Liliidele sunt plante terestre care au cucerit mediile de viață cele mai diferite, fiind răspândite atât în stațiuni cu exces de umiditate cât și în cele pronunțat xerice, de la câmpie până la limita superioară a vegetației alpine, cunoscute atât pe soluri sărăturoase, alcaline, cât și pe cele pronunțat acide etc. Tipul de floare mai răspândit, cel pentaciclic cu perigonul corolinic, androceul din 6 stamine diciclice și gineceul sincarp a evoluat în direcția simplificării la grupele anemofile. Polenul este 2–3 celular.

Ord. Dioscoreales

Prezintă unele caractere de dicotiledonate cum sunt: frunze pețiolate, cu nervațiune penată, fascicule libero-lemnoase dispuse într-un singur ciclu (eustel), prezența a două cotiledoane dispuse lateral.

Fam. Dioscoreaceae. Grupează genuri de liane, mai adesea tropicale și subtropicale. Prin pădurile umbroase din sudul și vestul țării crește specia atlantico-mediteraneană *Tamus communis* (fluierătoare) (Fig. 7.145).

Fam. Trilliaceae. Se caracterizează prin reprezentanți plante toxice cu flori pe tipul patru $*P_{4+4}A_{4+4}G_{(4)}$, perigon de culoare verzuie și fruct bacă, provenit din ovarul unui gineceu cu stile încă libere.

Paris quadrifolia (dalac) (Fig. 7.146) se recunoaște lesne după cele patru frunze dispuse într-un singur verticil, deasupra căruia se află o singură floare. Este o plantă toxică de pădure, indicatoare de soluri fertile cu mull.

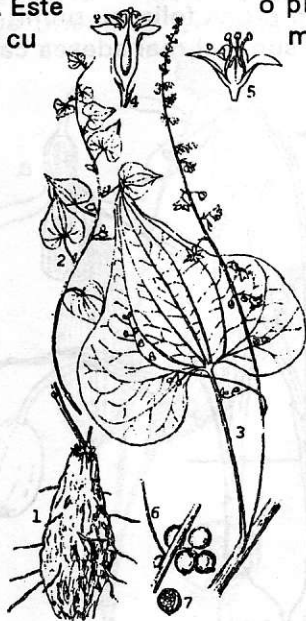


Fig. 7.145 — Tamus communis: 1 - tubercul; 2 - ramură femelă; 3 - ramură masculă; 4 - floare femelă; 5 - floare masculă; 6 - fructe; 7 - sământă

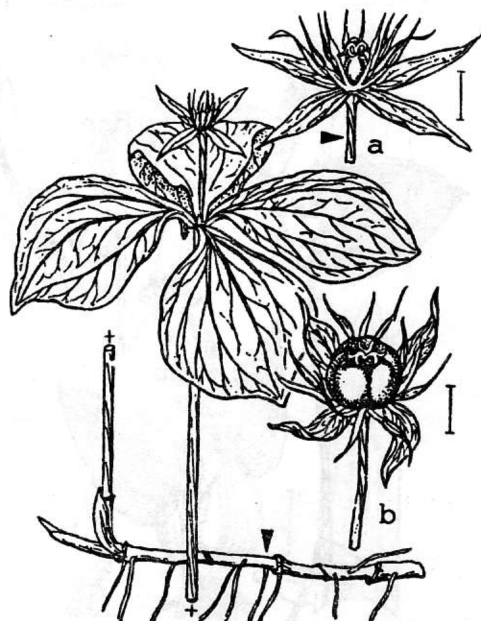


Fig. 7.146 — Paris quadrifolia; a - floare; b - fruct

O r d. A s p a r a g a l e s

Este caracterizat prin fructe de tip bacă sau capsulă cu deschidere loculicidă (de-a lungul nervurilor mediane ale carpelelor) și semințe cu testa tare, de culoare neagră.

Fam. Convallariaceae. Cuprinde plante cu tulpini subterane rizomi și tulpini aeriene care la unii reprezentanți sunt asimilatoare (cladodii sau chiar filocladii). Elementele perigonului (tepale) sunt adesea concrescute $* P_{(3+3)}A_{3+3}G_{(3)}$. Fructele sunt bace.

Polygonatum (pecetea lui Solomon) are ca tulpini subterane rizomi groși (4–10 mm), multiarticulați, pe care rămân imprimate, adâncite ca urmele sigiliilor, cicatricile tulpinilor aeriene din anii precedenți. Florile sunt dispuse în cime axilare. *P. latifolium* este o plantă de pădure (în special gorunete, șleauri, diferite stejărete), asemănătoare cu *P. odoratum (P. officinale)* care este plantă de pajiști uscățive. Cu frunze liniar lanceolate, verticilate este *P. verticillatum* răspândit în păduri montane.

Maianthemum bifolium (lăcrămiță) (Fig. 7.147) prezintă rizomi subțiri și tulpini aeriene cu 2(3) frunze cordate; este răspândită mai ales în stațiuni cu soluri sărace în azot accesibil.

Alte convalariacee sunt: *Convallaria majalis* (lăcrămioară), *Asparagus* (sparanghel) cu cladodii și *Ruscus* (ghimpe) cu filocadii.

Fam. Amaryllidaceae. Se individualizează mai ales prin ovarul cu poziție inferioară; florile sunt pentaciclice $* P_{3+3}A_{3+3}G_{\overline{(3)}}$ solitare sau grupate în cime umbeliforme. La baza florii se află un organ foliaceu numit *spată*, rezultat din concreșterea bracteelor. Fructele sunt cel mai adesea capsule.

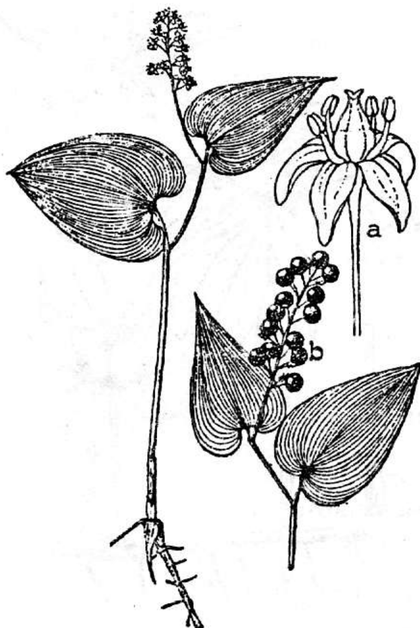


Fig. 7.147 — Majanthemum bifolium;
a - floare; b - fructe

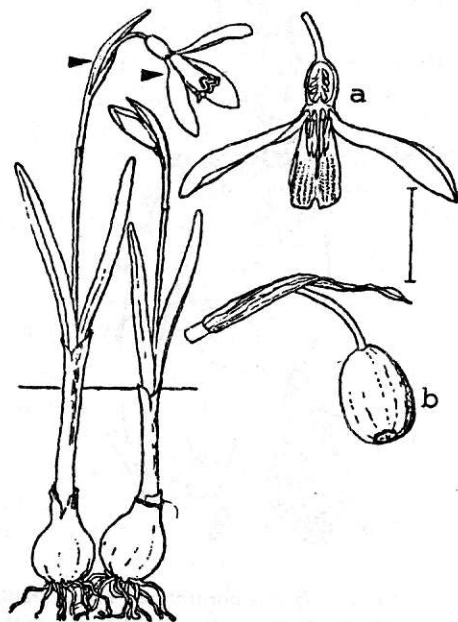


Fig. 7.148 — Galanthus nivalis;
a - floare în secțiune; b - fruct

Galanthus nivalis (ghiocel) (Fig. 7.148) renumit și apreciat pentru florile aspectuoase în formă de clopoțel, cu înflorire timpurie; este răspândit prin păduri și poieni.

Leucojum vernum (ghiocel bogat) prezintă, spre deosebire de ghiocel, flori semisferice, cu foliole perigoniale de un singur fel, galben-verzui spre vârf.

Narcissus este reprezentat prin numeroase specii răspândite mai ales în regiunea mediteraneană, unele cultivate și la noi pentru ornament. Spontan în cuprinsul țării noastre crește numai *N. stellaris* (narcise, coprine), plantă montană de locuri moderat umede.

Familia deține și multe genuri tropicale și subtropicale, unele cu reprezentanți cultivați la noi pentru ornament: *Amaryllis* – gen american, *Clivia* – gen african etc.

Fam. Alliaceae. Are drept principale caractere gruparea florilor $* P_{3+3}A_{3+3}G_{(3)}$ în umbelă și conținutul bogat în uleiuri care dau miros specific (de ceapă, usturoi).

Allium ursinum (leurda – Fig. 7.149) se diferențiază de alte specii spontane ale genului prin frunzele lung pețiolate, cu limbul plan; crește prin păduri de șleau, aninișuri și făgete.

Din această familie mai fac parte unele valoroase plante alimentare ca *Allium cepa* (ceapă), *A. sativum* (usturoi) și *A. porum* (praz).

La ordinul *Asparagales* mai aparțin fam. *Hyacinthaceae* cu flori grupate în raceme ca la *Scilla bifolia* (viorea cu două frunze – Fig. 7.150) și *Hyacinthus orientalis* (zambilă), familia *Agavaceae* cu renumita *Agave*



Fig. 7.149 — *Allium ursinum;* a - diagramă florală

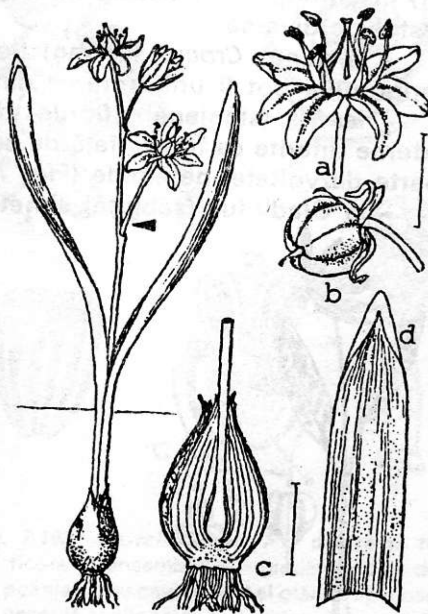


Fig. 7.150 — *Scilla bifolia;* a - floare; b - fruct; c - bulb în secțiune; d - vârful frunzei

americana – plantă plurianuală care înflorește doar o singură dată, după 15–20 ani, apoi se usucă, și familia *Dracaenaceae* cu planta lemnoasă din insulele Canare, *Dracaena draco* (dragonier).

O r d. L i l i a l e s

Plantele din acest ordin prezintă țesuturile nectarifere localizate la baza tepalelor și staminelor. Fructele sunt capsule cu deschidere loculicidă și septifragă (de-a lungul liniilor de concreștere a carpelelor). Semințele nu prezintă testă colorată în negru.

Fam. Liliaceae. Cuprinde plante ierboase cu tulpini subterane bulbi și flori pentaciclice, trimere, cu ovar superior $*P_{3+3}A_{3+3}G_{(3)}$; fruct capsulă.

Prin pădurile din subzona fagului apare sporadic *Lilium martagon* (crin de pădure) cu flori roșietice punctate purpuriu închis, iar prin zăvoaie de anin, șleauri și făgete, cu preferință pe soluri umezite prin ape mobile de infiltrație, *Gagea lutea* (laptele pasărei).

Erythronium dens-canis (măseaua ciutei) este o plantă cu înflorire timpurie și frunze bruniu-pătate (Fig. 7.151).

Fritillaria meleagris (lalea pestriță, bibilică) este rară prin lunci, rariști de pădure, zăvoaie, fiind ocrotită ca monument al naturii. Are florile aspectuoase, mari, cu tepalele purpuriu-pătate ca o tablă de șah.

Fam. Iridaceae. Se diferențiază de familia precedentă prin lipsa ciclului intern de stamine, prin ovarul dispus inferior $*P_{3+3}A_{3+0}G_{\overline{(3)}}$, precum și prin diferitele specializări accentuate în floare. Tipul de fruct este capsula.

Înscriindu-se în acest cadru general, floarea iridaceelor este totuși destul de diversă:

– la genul *Crocus* (șofran) floarea este actinomorfă, iar elementele perigonului pot fi uniforme ca dimensiuni;

– la *Iris* (stânjenel), florile, de asemenea actinomorfe, au tepalele externe diferite ca formă față de cele din ciclul intern, iar stigmatele sunt foarte dezvoltate, petaloide (Fig. 7.152);

– la Gladiolus (săbiuță) simetria florii este zigomorfă.



Fig. 7.151 — Erythronium dens-canis;
a - fruct; b - fruct în secțiune; c - sămânță

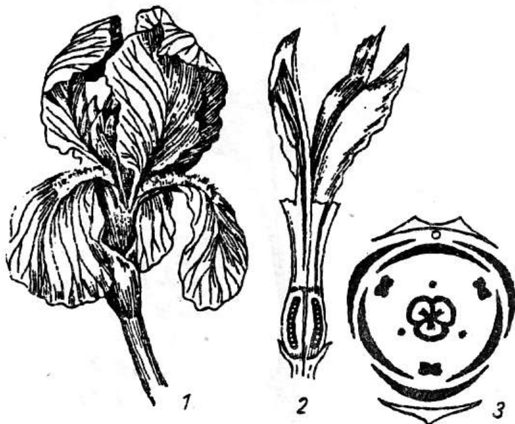


Fig. 7.152 — Iris:
1 - floare; 2 - gineceu; 3 - digramă florală

Crocus banaticus (şofran, „brânduşă de toamnă") înfloreşte în aceeaşi perioadă şi este asemănătoare cu *Colchicum autumnale* (din fam. *Colchicaceae – Ord. Liliales)* astfel că poporul numeşte mai adesea ambele specii brânduşe de toamnă; se poate deosebi lesne de *Colchicum autumnale,* atât morfologic (androceu numai trei stamine, tepale interne mai mici decât cele externe), cât şi ecologic, întrucât este plantă de pădure. O altă specie *C. heuffelianus (C. vernus)* (brânduşă de munte, brânduşă de primăvară) este comună prin păşuni şi rarişti de pădure.

Iris (Fig. 7.152) este reprezentat la noi mai ales prin specii de pajişti. În păduri, mai ales în sudul ţării, creşte specia subtermofilă *I. graminea* (caşiţă), iar în locuri mlăştinoase este comun *I. pseudacorus* (stânjenel de baltă) cu flori galbene aspectuoase.

O altă familie a ordinului *Liliales, Melanthaceae,* cuprinde plante cu rizomi, între care *Veratrum album* (steregoaie), invadantă în pajişti montane şi sporadică prin luminişuri de pădure, toxică pentru ierbivore.

Ord. Orchidales (Gynandrae)

Reprezintă termenul extrem al unei linii evolutive desprinse din *Liliales,* marcată de câştigarea unor înalte adaptări în direcţia entomogamiei, aşa cum rezultă din alcătuirea florii unicei familii a ordinului (mica familie indo-malaieziană *Apostasiaceae,* cu caractere intermediare între *Liliales* şi *Orchidales,* este raportată adesea la ordinul dintâi).

Fam. Orchidaceae. Orchidaceele sunt plante ierboase tericole sau epifite, caracterizate în primul rând de modul de concreştere a androceului cu stilul şi stigmatul („*Gynandrae*" de la gr. „*gyne*" = femeie, „*andros*" = bărbat). Examinarea florilor, aici totdeauna pronunţat zigomorfe şi de regulă grupate în raceme, mai scoate în evidenţă o răsucire (Fig. 7.153) cu 180° a ovarului în decursul dezvoltării acestuia, astfel că fiecare element floral va ocupa în final o poziţie opusă locului pe care l-a avut la origine.

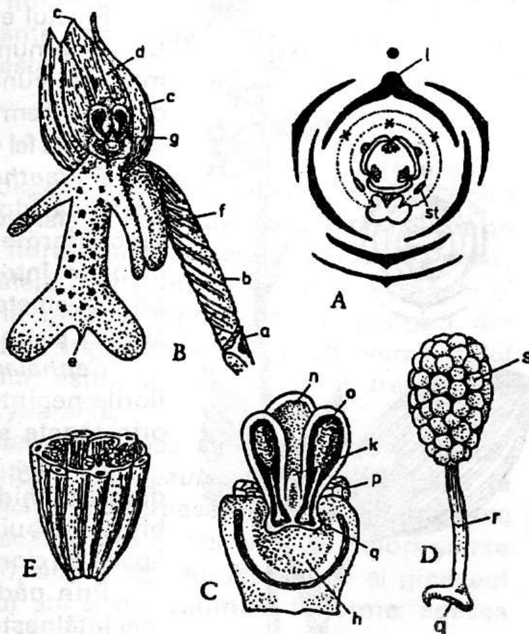


Fig. 7.153 — Orchidaceae: A - diagramă florală; B - floare în ansamblu; C - ginostemiu în detaliu; D - polinie (s) cu caudicul (r) şi glandă lipicioasă (q); E - capsulă secţionată; a - bractee; b - ovar răsucit; c, d - tepale; e - label; f - pinten; g - ginostemiu; h - cavitatea lipicioasă a stigmatului; k - lob median al stigmatului; n - conectiv; p, st - staminodie

Pe ovarul inferior se află dispuse 6 tepale în două cicluri trimere, dintre care cea mediană

a ciclului intern este transformată într-o buză, de obicei mai întinsă și lobată, numită *label*. Prin răsucirea ovarului, labelul devine la înflorire îndreptat în jos și servește ca loc de aterizare pentru insectele polenizatoare; adesea labelul se continuă în spate cu un *pinten nectarifer*.

Modificările adaptive ale androceului sunt legate de o polenizare foarte eficientă prin insecte, în condițiile unei maxime economii de material polinic: din cele 6 stamine (teoretice) numai unele sunt fertile, mai adesea una singură la orchideele noastre (cea mediană din ciclul extern), restul s-au păstrat ca staminodii ori s-au redus foarte mult; la puțini dintre reprezentanți polenul este pulverizat, mai adesea grăunciorii fiecăreia dintre cele două loji polinice sunt reuniți printr-o substanță cleioasă în câte o masă claviformă (de la lat. „*clavus*"=piron), numită *polinie* (Fig. 7.153), prevăzută cu o prelungire *(caudicul)* terminată cu o *glandă* prin intermediul căreia poliniile se prind de capul insectelor polenizatoare; stamina fertilă este, așa cum s-a arătat, concrescută cu stilul și stigmatul trilobat într-o coloană mică numită *ginostemiu,* care proeminează în mijlocul florii. Formula florală: $\cdot|\cdot P_{3+3} A_{1+0,0+2} G_{\overline{(3)}}$.



Fig. 7.154 — Platanthera bifolia; a - diagramă florală

Fructul este capsulă cu semințe minuscule (de unde numele de „*Microspermae*" sub care mai este cunoscut ordinul), numeroase, lipsite de endosperm, astfel că pot fi împrăștiate de vânt aproape la fel de ușor ca sporii plantelor inferioare.

Platanthera bifolia (stupiniță – Fig. 7.154) prezintă două frunze mari (restul sunt bracteiforme) și flori albe, lung pintenate, dispuse într-un spic terminal; este comună prin cvercetele și făgetele acidifile, apoi în șleauri și unele păduri xeroterme.

Cephalanthera damasonium (C. alba) are florile nepintenate, mari, albe; crește mai ales prin făgete și goruneto-făgete.

Neottia nidus-avis (cuibușor) face parte dintre orchidaceele saprofite, având tulpinile brune-gălbui și frunzele reduse, scvamiforme, lipsite de clorofilă; crește prin păduri umbroase.

Prin păduri, rară și de aceea ocrotită, se mai întâlnește *Cypripedium calceolus* (papucul doamnei), cea mai aspectuoasă dintre orchidaceele noastre. Prin pajiști este comună *Orchis morio* (poroinic, untul vacii), iar în pășunile montane și alpine apare ici-colo *Nigritella rubra* (sângele voinicului), mult culeasă datorită mirosului plăcut și culorii frumoase, de aceea pusă sub ocrotire.

Ord. Bromeliales

Cuprinde o singură familie, *Bromeliaceae*, de plante tropicale americane, cele mai multe ierboase și epifite, cu frunze alungite, spinos dințate și flori asemănătoare cu ale lilialelor, polenizate de păsări sau insecte. Aici aparțin unele genuri de plante ornamentale (*Billbergia* ș.a.), precum și *Ananas sativus* (ananas) cu fructe comestibile.

Ord. Zingiberales

Este constituit din familii de plante tropicale cu frunze mari, întregi, penat nervate și flori zigomorfe sau asimetrice, epigine. Din fam. *Musaceae* face parte renumitul *Musa sapientum* (bananier), plantă cu port impunător, datorită tulpinilor înalte (care sunt false, provenite din tecile persistente ale frunzelor căzute) și frunzelor de dimensiuni mari; florile sale unisexuate, trimere, cele mascule cu 5 stamine (cea de a 6-a este staminoidală sau lipsește), iar fructele bace cărnoase, lipsite de semințe la varietatea de cultură. Dintr-o altă familie, *Cannaceae*, cu reprezentanți răspândiți în zona tropicală a Americii de Sud, mai menționăm apreciata plantă ornamentală *Canna indica* (cana), cultivată și la noi în numeroase varietăți pentru florile sale aspectuoase și mari, interesante prin culoare, lipsa simetriei și prin aceea că numai 1/2 din stamină este fertilă.

Ord. Juncales

Reprezintă o unitate îndeaproape înrudită cu *Liliales*, a cărei unică familie, *Juncaceae*, este adesea raportată la respectivul ordin, mai ales prin analogia structurii florale (formula florală ca la *Liliaceae*). Pe de altă parte, juncaceele se aseamănă cu cyperalele prin frunzele alungite, vaginate și tipul de stomate, apoi prin florile mici, anemogame, cu perigon din elemente sepaloide, scarioase (mici, translucide, niciodată verzi), felul ovulelor și prin poziția embrionului, astfel că unii autori le tratează ca familie componentă a ordinului *Cyperales*.

Fam. Juncaceae. Grupează plante ierboase ale căror frunze distice, vaginate, au limbul plan, graminiform (la *Luzula*) ori cilindric până la filiform (la *Juncus*). Florile sunt mici și numeroase, grupate în cime laxe sau condensate, și au perigonul alcătuit din 6 elemente în culori șterse (nuanțe de castaniu până la gălbui), androceul din 6 stamine și gineceul din 3 carpele prevăzut cu un singur stil și trei stigmate filiforme, adesea destul de lungi $*P_{3+3}A_{3+3}G_{(3)}$. Fruct capsulă.

Luzula se caracterizează prin frunze late, graminiforme, pe margine cu peri lungi și distanțați. *L. albida* (mălaiul cucului – Fig. 7.155) are frunzele superioare (frunzele bracteante) de aceeași lungime sau mai lungi decât inflorescența; intră în alcătuirea tuturor formațiilor forestiere de stațiuni cu soluri acide, din regiunea de dealuri până în cea montană. *L. sylvatica* (*L. maxima*) (horști) prezintă frunzele superioare evident mai scurte ca inflorescența; crește mai ales în molidișuri și amestecuri de fag cu rășinoase.



Fig. 7.155 — Luzula albida;
a - floare; b - diagramă florală

Prin păduri, mai ales făgete apare frecvent *L. pilosa*, c inflorescență umbeliformă iar prin pajiști este comună *L. campestris*.

Juncus se deosebește de genul precedent prin frunzele cilindrice sau filiforme, totdeauna glabre. *J. effusus* (pipirig, rugină) are tulpini lipsite de frunze, cu măduva neîntreruptă, formată din celule stelate, iar *J. inflexus* prezintă tulpini verzi-albăstrui, cu măduva întreruptă.

Ord. Cyperales

La originea acestui ordin se află juncalele străvechi, desprinse la rândul lor din lilialele arhaice. Cyperalele reprezintă deci un articol al acestei serii filogenetice, marcate de evoluția în direcția simplificării florii și anemogamiei, care culminează, așa cum se va vedea, cu genul *Carex*. Cuprinde o singură familie.

Fam. Cyperaceae. „Familia rogozurilor" se caracterizează prin reprezentanți plante graminiforme, mai rar cu aspect juncaceu. De graminee se deosebește, totuși, lesne prin tulpina mai adesea trimuchiată (fără numeroase internoduri goale), pe care se dispun tristih frunzele cu teci închise până la lamină.

Florile, bisexuate sau unisexuate, se dezvoltă în axila unor hipsofile numite *glume* și sunt reunite în spiculețe dense, dispuse, la rândul lor, în capitule, raceme ori panicule. Inflorescențele se află la subsuoara unor bractei foliacee sau pieloase. Periantul ciperaceelor este slab reprezentat sau lipsește, iar androceul constă numai din cele 3(2) stamine ale ciclului extern. Cele 3(2) carpele formează un ovar monolocular și uniovulat, care se continuă cu un stil terminat cu 3(2) stigmate fin papiloase. Fructul este achenă lenticulară sau ovoidală.

Studiul comparat al organizării florii diferitelor genuri a evidențiat o interesantă evoluție gradată, de la flori bisexuate cu 6 sete perigoniale

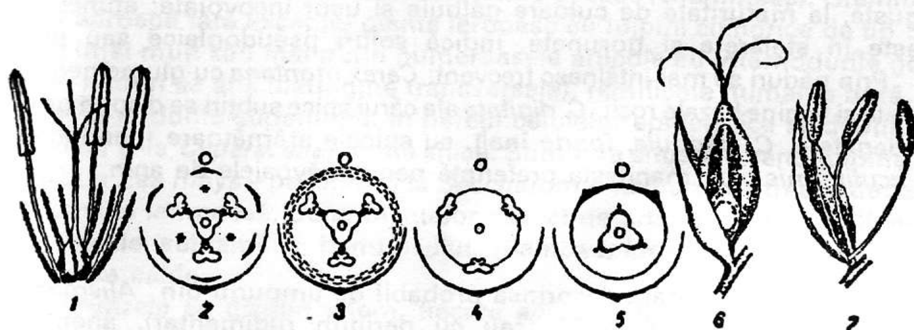


Fig. 7.156 — Cyperaceae: Scirpus
(1 - floare bisexuată; 2 - diagramă florală); *Eriophorum* (3 - diagramă florală); *Carex* (4 - diagrama florii ♂, 7 floare ♂; 5 - diagrama florii ♀; 6 - floare ♀)

(Fig. 7.156) persistente $*P_{3+3}A_{3+0}\underline{G}_{(3)}$, ce servesc la diseminarea zoochoră (la *Scirpus),* ori cu numeroase sete perigoniale (Fig. 7.156) ca o lână lungă (la *Eriophorum* – bumbăcărița) – adaptare la diseminarea anemochoră, la florile unisexuate foarte simplificate la *Carex*. Acest din urmă gen prezintă aproape totdeauna florile mascule și femele pe același individ, în spice diferite ori într-un spic comun. Cele mascule constau din numai 3 (rareori 2) stamine dispuse în axila unei glume, iar cele femele evidențiază în subsuoara glumei un ovar tri- sau bimuchiat și același număr de stigmate dispuse pe un stil lung. Ovarul la *Carex* este învelit într-o bractee cu marginile unite, numită *utriculă,* ale cărei caracteristici morfologice sunt luate în considerare la identificarea extrem de numeroaselor specii ale genului.

Unele ciperacee de pădure, care prezintă exigențe determinate față de anumite caracteristici edafice și microclimatice ale stațiunilor, sunt luate în considerare ca plante indicatoare. *Scirpus sylvaticus* se recunoaște după tulpina cu frunze ligulate, terminată cu o inflorescență întinsă, foarte ramificată; crește prin zăvoaie de anin și unele fânețe, fiind indicator de soluri cu umiditate ridicată.

Carex, gen de ciperacee perene, cu flori unisexuate, monoice sau dioice. *C. pilosa* (Fig. 7.157) este foarte răspândit (uneori dominant) prin pădurile de câmpie și colinare, cu deosebire în șleauri și unele făgete, unde se recunoaște după frunzele evident canaliculate, pe margini scurt și des ciliate *(„pilosus"* (lat.) = păros). *C. sylvatica* prezintă spicele femele cu pedunculi subțiri, cele inferioare aplecate (nutante). *C. brizoides* are spice



Fig. 7.157 — Carex pilosa

înguste, la maturitate de culoare gălbuie și ușor încovoiate; atunci când crește în stejărete și gorunete, indică soluri pseudogleice sau gleice.

Prin păduri se mai întâlnesc frecvent: *Carex montana* cu glume negricios violete și vagine bazale roșii, *C. digitata* ale cărui spice subțiri se dispun grupat, ca degetele, *C. pendula*, foarte înalt, cu spicele atârnătoare (pendente) și *C. acutiformis* care manifestă preferință pentru zăvoaiele de anin.

Ord. Typhales

Constituie o unitate desprinsă probabil de timpuriu din *Alismatales*, caracterizată prin flori nude (sau cu perigon rudimentar), anemofile, grupate în inflorescențe ce au florile mascule dispuse în partea superioară.

Prin bălți și ape lin curgătoare se întâlnesc frecvent speciile genului *Sparganium* (buzdugan) (fam. *Sparganiaceae)*, al căror nume popular a fost sugerat de aspectul inflorescențelor (capitulelor) femele spre maturitatea achenelor. Prezintă înveliș floral (♂$P_{6-3}A_{6-3}$; ♀$P_{6-3}G_{\underline{(2-1)}}$).

Foarte cunoscute sunt speciile, de asemenea palustre, ale genului *Typha* (papură) *(fam. Typhaceae)*, al căror spic cilindric și compact, prevăzut la bază cu o bractee caducă, este alcătuit din flori nude, înconjurate de peri lungi (♂P_0A_{5-2}; ♀$P_0G_{\underline{1}}$).

Ord. Commelinales. Ord. Eriocaulales. Ord. Restionales

Sunt ordine înrudite între ele, așa cum rezultă, între altele, din ovulul (predominant) ortotrop; ca urmare, embrionul are în sămânță o poziție opusă hilului (astfel că aceste ordine sunt reunite sub numele de *Enantioblastae* – de la gr. *„enantios"*=opus), și anume laterală față de endosperm. Prin prezența destul de constantă a țesuturilor de rezervă bogate în amidon făinos, ele au mai fost raportate (ca familii) la ordinul *„Farinosae" („farina"* (lat.)=făină). Întrucât ovule cu o organizare asemănătoare se întâlnesc și la ordinul următor, s-a dedus că există legături certe de filiație, evidențiind o altă serie evolutivă cu punctul de plecare din liliale primitive. Ea are ca verigă următoare ordinul *Commelinales* (cel mai asemănător cu lilialele sub raportul organizării florii), apoi *Restionales*, și drept articol terminal ordinul *Poales (Graminales)*, caracterizat prin flori anemogame cu reduceri pronunțate.

Ord. Poales (Graminales, Glumiflorae)

Se leagă, așa cum s-a arătat, prin restionacee (ale căror flori, grupate în spiculețe, se caracterizează prin periant glumaceu) de commelinacee, familie ce are trăsături comune cu lilialele. Cuprinde plante anemogame, cu flori foarte simplificate, înconjurate de palei pieloase, uscate. Ovarul prezintă un singur ovul ortotrop (sau ușor campilotrop), iar embrionul se află lateral față de endospermul amidonos.

Singura familie a ordinului este fam. *Poaceae (Gramineae)*. Gramineele sunt aproape fără excepție plante ierboase cu tulpini cilindrice de tip *culm* (pai) (mai mult sau mai puțin numeroasele articole au internodurile goale, iar la noduri se află diafragme transversale), ramificate numai la bază, mai rar și la nodurile superioare. În pereții celulelor epidermice se depune (ca de altfel și la *Cyperaceae*) multă silice. Sunt rare situațiile când tulpina este plină (la *Zea mays* – porumb și la *Saccharum officinarum* – trestie de zahăr) ori devine lemnoasă, dând plantelor aspect de arbore, arbust ori liană, ca la speciile subfamiliei bambusului *(Bambusoideae)*, care vegetează în regiunile calde.

Frunzele se dispun altern, fiecare având o teacă (vagină) despicată în lung și o lamină lungă și îngustă. Între vagină și limb se găsește de obicei o anexă membranoasă de formă și dimensiuni caracteristice, *ligula*.

Florile sunt reunite strâns în mici spiculețe, iar acestea la rândul lor în spice sau panicule. La baza fiecărui spiculeț se află mai adesea două *glume* (Fig. 7.158). Deasupra acestora se dispun distih perechi de *palei*. *Palea inferioară* (externă, abaxială), prevăzută cu o aristă dorsală sau apicală, poartă la subsuoară floarea (de regulă bisexuată) ce are la partea dinspre ax (rachis) *palea superioară* (internă, adaxială) mai mică și bicarenată. În axila paleii superioare se află două *lodicule* de forma unor mici solzi, care la umflare îndepărtează paleile (din pereche) una de alta, expunând elementele reproducătoare ale florii (Fig. 7.158): 3 stamine ale căror filamente foarte lungi prind anterele dorsal (antere dorsifixe) și două carpele concrescute într-un ovar unilocular „încoronat" de cele două

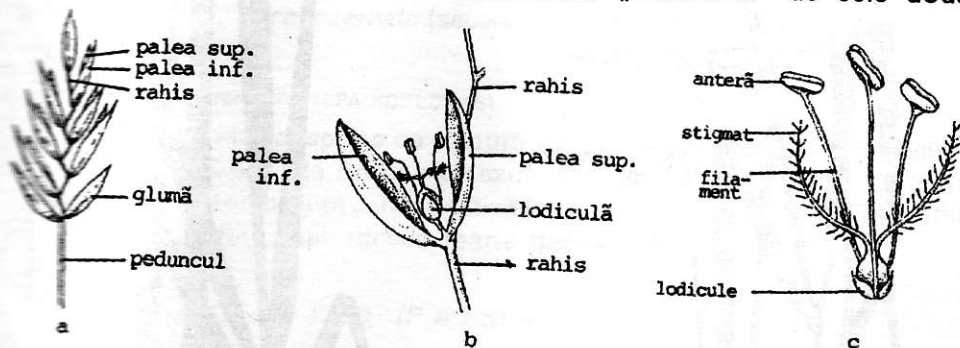


Fig. 7.158 — Schema organizării unui spiculeț la Poaceae:
a - spiculeț; b - floare; c - stamine și pistil

stigmate plumoase. Fiecare spiculeț are deci mai multe flori; spiculețele uniflore au provenit din cele multiflore prin reduceri. Tot prin reduceri, însă la nivelul părților florale, au rezultat florile unisexuate ale unor genuri ca *Zea*. Așa cum s-a arătat, în ovar se găsește un singur ovul drept sau ușor curbat. Evoluția ovulului în sămânță este însoțită de concreșterea tegumentului seminal cu pericarpul, constituindu-se astfel un fruct uscat indehiscent numit *cariopsă*. Embrionul său prezintă un organ de absorbție în formă de scut numit *scutelum* (însuși cotiledonul transformat) aflat în

contact strâns cu endospermul foarte dezvoltat, ale cărui substanțe le va prelua la germinare. Mugurașul și radicula embrionului sunt închise în niște teci numite *coleoptil* și respectiv *coleoriză*, care la germinare vor fi străpunse.

Este o familie mare (cca 4000 de specii), răspândite pe întreg globul. Comunități foarte întinse ca savanele, stepele și pajiștile sunt dominate de graminee.

Milium effusum (meișor) (Fig. 7.159) se recunoaște după panicula răsfirată, cu ramuri capilare și spiculețe uniflore, verzi; este o „plantă de mull", indicatoare de soluri afânate. *Poa nemoralis* (firuță) este foarte răspândită în păduri (unele varietăți ajung până la stâncăriile din etajul montan superior și chiar la cele alpine), unde, atunci când devine dominantă, indică mai adesea soluri expuse eroziunii superficiale.

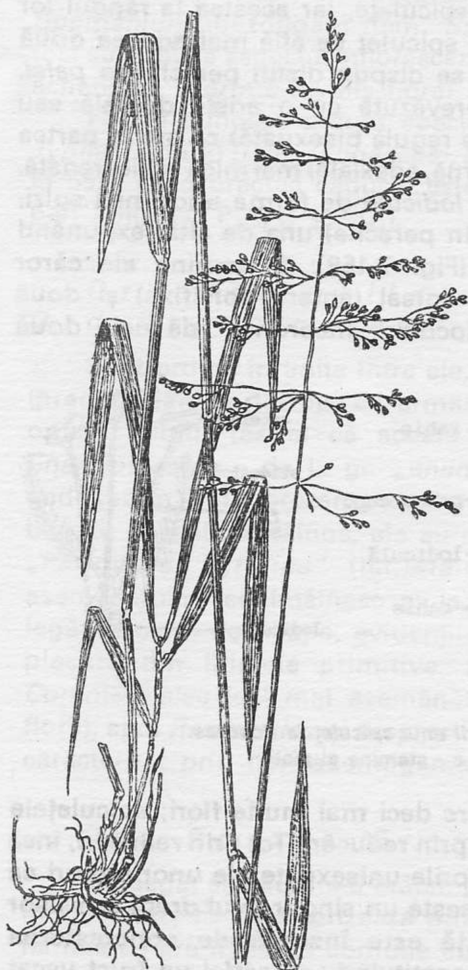


Fig. 7.159 — Milium effusum

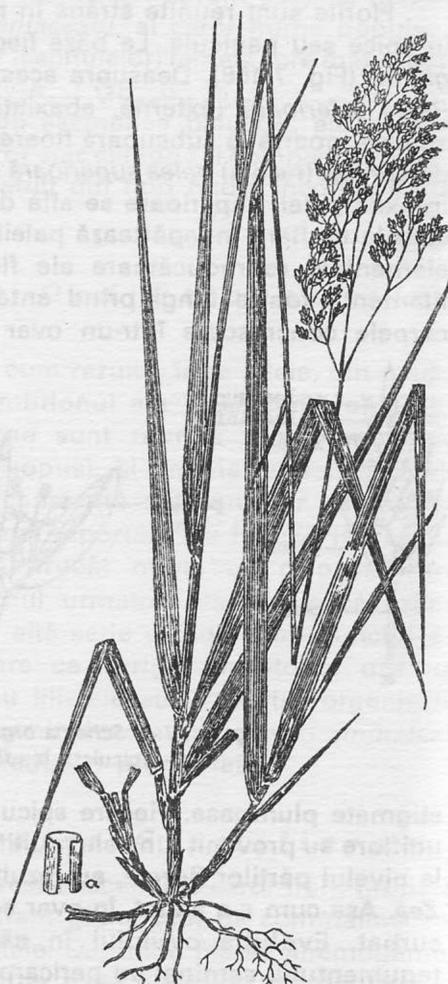


Fig. 7.160 — Festuca drymeia; a - porțiune de vagină

Brachypodium sylvaticum se deosebește de alte graminee de pădure prin nodurile îndesit păroase și spiculețele liniare, dispuse într-un racem spiciform nutant. *Calamagrostis arundinacea* (trestioară) are palea aristată, la bază înconjurată de perișori ce nu depășesc 1/4 din lungimea ei; crește în formațiile forestiere de dealuri și montane, și anume în cele din stațiuni cu conținut scăzut de baze, acide (pH 4,0–6); în parchete, după 1–2 ani de la tăierea rasă, produce înțelenire puternică și îngreuiază lucrările de reîmpădurire.

Festuca drymeia (păiuș de pădure, scradă) (Fig. 7.160) se caracterizează prin frunze late de 6–15 mm, cu vagina ciliată pe una din margini; este comună mai ales în făgete (adesea dominantă spre contactul acestora cu gorunetele și șleaurile de deal). *F. altissima*, cu vagina neciliată pe margini și rizom fără stoloni, este o specie de soluri moderat acide, mijlociu profunde, cu humus mull-moder sau mull, mai puțin răspândită ca precedenta.

Alte graminee mai răspândite prin păduri sunt: *Festuca gigantea*, plantă mezofilă (mezohigrofilă) ale cărei ariste flexuoase pot atinge 2 cm lungime, *Dactylis polygama* (golomăț de pădure) care crește cu preferință în șleaurile de deal, apoi *Hordelymus europaeus* (orz pădureț) răspândit în regiunea de dealuri și cea montană numai pe substraturi din calcare.

Prin culturi agricole și pepiniere, o buruiană foarte păgubitoare și greu de combătut este *Agropyron repens* (pir).

O mare importanță economică au gramineele cerealiere: *Triticum aestivum* (grâu), *Secale cereale* (secară), *Hordeum vulgare* (orz), *Zea mays* (porumb) etc.

SUBCLASA ARECIDAE (SPADICIFLORAE)

Arecidele s-au desprins ca ramură evolutivă din monocotiledonatele primitive. Florile lor, la origine bisexuate, au devenit unisexuate și sunt reunite într-o inflorescență caracteristică (spadice), înconjurată de o hipsofilă (uneori mai multe), mai adesea foarte dezvoltată, numită *spată*.

Ord. Arecales (Palmales)

Fam. Arecaceae (Palmae). Este familia palmierilor, de plante exclusiv tropicale și subtropicale, cu tulpina mai adesea lemnoasă, însă zveltă și obișnuit neramificată, terminată cu o coroană de frunze, inițial concepute ca nelobate, apoi devenite palmat ori penat sectate printr-o morfogeneză caracteristică (pag. 116). În inflorescențele terminale ori laterale, înconjurate de câte o spată bine dezvoltată, se află florile, mai adesea unisexuate monoice sau dioice. Cele două verticile ale periantului sunt fie constituite într-un perigon redus (ori calorat și caduc), fie diferențiate în caliciu și corolă. Din cele 6 stamine, s-au format la unele genuri numeroase stamine prin multiplicare. Carpelele însă sunt întotdeauna numai 3, uniovulate (adesea numai unul dintre cele trei ovule evoluează în sămânță).

Deosebit de diverse sunt fructele, care în cazul a numeroase specii au o mare importanță economică. Fructul de *Cocos nucifera* (cocotier) este o nucă uriașă, alcătuită dintr-un exocarp neted, un mezocarp gros, fibros și un endocarp pietros. Sămânța conține un strat gros de țesut nutritiv uleios, care mărginește o cavitate plină cu laptele de cocos, care servește de asemenea la hrănirea embrionului (preluarea substanțelor nutritive se va face de către cotiledonul devenit, la germinare, organ de absorbție foarte dezvoltat). *Phoenix dactylifera* (curmal) are fructe bace. Din fructele lui *Elaeis guineensis* (palmierul de ulei) se extrage ulei, iar din tulpina de *Metroxylon* (palmierul de sago) se obține făina de sago. Alte specii renumite sunt *Mauritia vinifera* (palmierul de vin) și *Arenga saccharifera* (palmierul de zahăr).

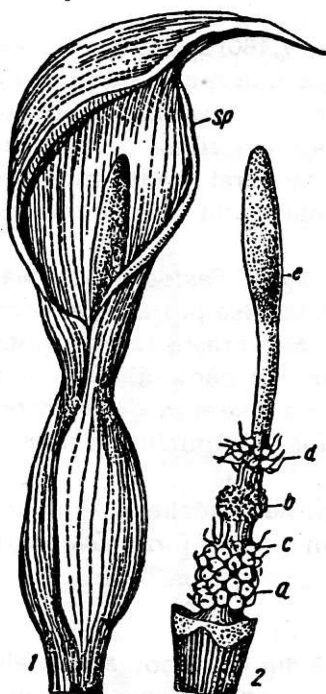


Fig. 7.161 — Arum maculatum: 1 - inflorescență cu spată (sp); 2 - idem fără spată (a - flori femele; b - flori mascule; c, d - flori sterile; e - partea terminală a spadicelui)

Ord. Arales

Prezintă în spadice (a cărui spată are formă de cornet) flori mici, cu sau fără periant, având elementele reproducătoare în număr redus (adesea o singură carpelă și o singură stamină).

Din familia *Araceae* se întâlnește frecvent prin pădurile noastre *Arum maculatum* (rodul pământului - Fig. 7.161), lesne de recunoscut după inflorescența cu spata purpurie la margini și după frunzele sagitate; indică soluri profunde, bogate, mai adesea jilave. Pentru ornament se cultivă *Monstera deliciosa*, specii de *Calla*, *Collocasia* etc.

Din familia *Lemnaceae*, de plante acvatice reduse la o mică frondă (axul s-a diminuat până la dispariție) prevăzută de regulă cu rădăcini mici, face parte *Lemna minor* (lintiță), plantă plutitoare de baltă.